Environmental Protection Series

National Urban Air Quality Trends – 1978 to 1987

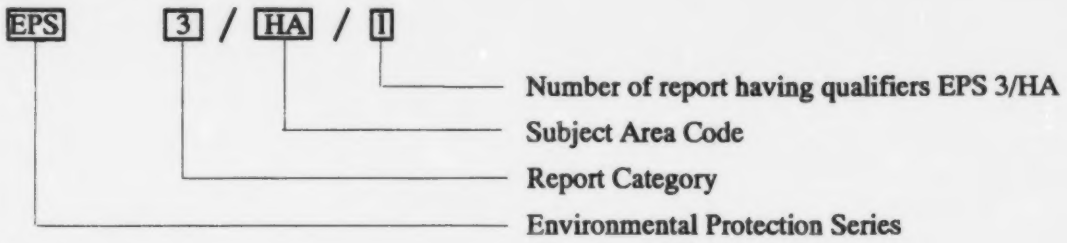
Report EPS 7/UP/3
May 1990

Canada

Environment Canada | Environnement Canada

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES

Sample Number:



Categories

1 Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2 Problem Assessments, and Control Options
3 Research and Technology Development
4 Literature Reviews
5 Surveys
6 Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7 Surveillance
8 Policy Proposals & Statements
9 Manuals

Subject Areas

AG Agriculture
AN Anaerobic Technology
AP Airborne Pollutants
AT Aquatic Toxicity
CC Commercial Chemicals
CE Consumers and the Environment
CI Chemical Industries
FA Federal Activities
FP Food Processing
HA Hazardous Wastes
IC Inorganic Chemicals
MA Marine Pollution
MM Mining and Ore Processing
NR Northern and Rural Regions
PF Paper and Fibres
PG Power Generation
PN Petroleum and Natural Gas
RA Refrigeration and Air Conditioning
RM Reference Methods
SF Surface Finishing
SP Oil and Chemical Spills
SRM Standard Reference Methods
TS Transportation Systems
TX Textiles
UP Urban Pollution
WP Wood Protection/Preservation

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0H3

This publication is printed on paper containing recovered waste.

National Urban Air Quality Trends 1978-1987

by

Inventory Management Division
Regulatory Affairs and Program Integration Branch
Environmental Protection
Conservation and Protection
Environment Canada

Report EPS 7/UP/3
May 1990

90-06179/

Canadian Cataloguing in Publication Data

Main entry under title:

National urban air quality trends, 1978-1987

(Report ; EPS 7/UP/3)
Includes an abstract in French.
Includes bibliographical references.
Issued by Conservation and Protection.
ISBN 0-662-17668-5
DSS cat. no. En49-8/7-3E

1. Air quality -- Canada. 2. Air -- Pollution -- Canada -- Measurement. 3. Environmental monitoring -- Canada. I. Canada. Conservation and Protection. II. Canada. Environment Canada. III. Canada. Environment Canada. Management and Emergencies Branch. Inventory Management Division. IV. Series: Report (Canada. Environment Canada) ; EPS 7/UP/3).

TD883.7C3N37 1990 363.73'92'0971 C90-098589-5

© Minister of Supply and Services Canada 1990
Catalogue No. En 49-8/7-3E
ISBN 0-662-17668-5
BEAUREGARD PRINTERS LIMITED

Readers Comments

Comments regarding the content of this report should be addressed to:

Chief, Inventory Management Division
Regulatory Affairs and Program Integration Branch
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Cette publication est aussi disponible en français. Pour l'obtenir, s'addresser à:

Publications de la Protection de
l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

May 10, 1990

EPS 7/UP/3 National Urban Air Quality Trends - 1978 to 1987

ERRATA

Page vi Résumé

À la huitième ligne du premier paragraphe:

desquelles au lieu de lesquelles

À la dernière ligne de la liste qui suit le premier paragraphe:

- indice d'opacité, 1974 au lieu de

- indice de souillure, 1974

À la cinquième ligne du deuxième paragraphe:

nationaux de au lieu de nationaux afférents à la

À la dernière ligne du deuxième paragraphe:

acceptable et admissible au lieu de

acceptable et tolérable

Page ix List of Figures

Figure 9, should read:

1978 - 1987 instead of 1987 - 1987

Page 21 Table 7 Nitrogen Dioxide ...

Part (B) 24-hour Maximum, should read:

0 to 110* instead of 0 to 110**

Page 26 Table 8 Carbon Monoxide ...

Part (A) third line, should read:

13.1 to 17 *** instead of 13.1 to 17 **

Page 32 Table 9 Ozone ...

Part (B) second line, should read:

51 to 80** instead of 51 to 80*

Page 56 Table G Soiling Index ...

First number under "Total", should read:

53 instead of 3

Abstract

The air quality data analyzed in this report came from the National Air Pollution Surveillance (NAPS) monitoring network, which consists of air monitoring stations in most Canadian cities with populations of over 100 000. The completeness criteria for the air quality data were brought in before 1974 for the 1974 data. Data availability for each contaminant are as follows:

- *sulphur dioxide, 1974 - present*
- *nitrogen dioxide, 1977 - present*
- *carbon monoxide, 1974 - present*
- *ozone, 1979 - present*
- *suspended particulate, 1974 - present*
- *lead, 1974 - present*
- *soiling index, 1974 - present*

In this report, monitoring data have been analyzed to determine national trends in average and peak concentrations of these contaminants on an annual basis for the last ten years (1978-1987). Data have also been compared with the National Ambient Air Quality Objectives which define three levels of contaminant concentration; Maximum Desirable, Maximum Acceptable, and Maximum Tolerable.

Mean concentrations have been derived as arithmetic means for all contaminants except suspended particulate matter and particulate lead, where geometric means have been used.

Résumé

Les données sur la qualité de l'air analysées dans le présent rapport proviennent du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), qui exploite des stations de surveillance dans la plupart des villes canadiennes de plus de 100 000 habitants. Les critères relatifs à l'état complet des données sur la qualité de l'air ont été établis avant 1974 et appliqués aux données de cette année-là. Voici les polluants pris en considération, ainsi que les dates à partir lesquelles on dispose de données les concernant:

- *anhydride sulfureux, 1974*
- *dioxyde d'azote, 1977*
- *monoxyde de carbone, 1974*
- *ozone, 1979*
- *particules en suspension, 1974*
- *plomb, 1974*
- *indice de souillure, 1974*

Dans le présent rapport, on a analysé les données de surveillance pour déterminer l'évolution des concentrations moyennes et de pointe de ces polluants à l'échelle nationale, sur une base annuelle, pour les dix dernières années (1978-1987). On a aussi comparé ces données aux objectifs nationaux afférents à la qualité de l'air ambiant, qui définissent trois niveaux de concentration maximale: souhaitable, acceptable et tolérable.

Les concentrations moyennes sont exprimées sous forme de moyennes arithmétiques, excepté pour les particules en suspension et le plomb, pour lesquels on a utilisé les moyennes géométriques.

Table of Contents

Abstract ____ v

Résumé ____ vi

List of Figures ____ ix

List of Tables ____ xii

Summary ____ xiii

Section 1
Introduction ____ 1
1.1 Purpose and Scope ____ 1
1.2 Air Monitoring Program ____ 2
1.3 National Ambient Air Quality Objectives (NAAQOs) ____ 2
1.4 Analytical Methods ____ 2
1.4.1 Pollutant Levels in Cities with Class I Stations ____ 2
1.4.2 Tukey's Multiple Comparison Test ____ 7
1.4.3 Long-term Trend Analysis (Linear Regression) ____ 7
1.4.4 Box Plot Analysis ____ 7
1.4.5 Analysis with Respect to NAAQOs ____ 9

Section 2
Sulphur Dioxide ____ 12
2.1 Annual Means ____ 12
2.2 Short-term Concentrations ____ 15
2.2.1 Twenty-four-hour Maximum Levels ____ 15
2.2.2 One-hour Maximum Levels ____ 16

Section 3
Nitrogen Dioxide ____ 18
3.1 Annual Means ____ 18
3.2 Short-term Concentrations ____ 21
3.2.1 Twenty-four-hour Maximum Levels ____ 21
3.2.2 One-hour Maximum Levels ____ 21

Section 4
Carbon Monoxide ____ **23**
4.1 Annual Means ____ 23
4.2 Short-term Concentrations ____ 26
4.2.1 Eight-hour Maximum Levels ____ 26
4.2.2 One-hour Maximum Levels ____ 27

Section 5
Ozone ____ **28**
5.1 Annual Means ____ 29
5.2 One-hour Maximum Levels ____ 31

Section 6
Suspended Particulate ____ **35**
6.1 Annual Geometric Means ____ 36
6.2 Desirable and Acceptable Levels ____ 37

Section 7
Lead ____ **40**

Section 8
Soiling Index ____ **44**

References ____ **47**

Appendix
Summary Data - Urban Air Quality Trends in Canada, 1978-1987 ____ **51**

List of Figures

1 Profile of NAPS Network Instrumentation, 1974-1987 ____ 3

2 National Air Pollution Surveillance Network, March 1987 ____ 4

3 Sample of Plotting Method: Pollutant Concentration ____ 8

4 Plotting Convention for Tukey's Multiple Comparison Test ____ 8

5 Concentration Box Plotting Levels ____ 10

6 Sulphur Dioxide Emissions by Source Category and by Province, 1985 ____ 13

7 Annual Average Levels of Sulphur Dioxide in Selected Cities, 1983-1987 ____ 13

8 Sulphur Dioxide - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987 ____ 14

9 Trends in Sulphur Dioxide Annual Mean Values for All Stations and Class I Stations, with 95% Confidence Limits, 1987-1987 ____ 14

10 Composite Averages of Peak Sulphur Dioxide Concentrations with 95% Confidence Limits for Class I and All Stations, 1978-1987 ____ 17

11 Emissions of Nitrogen Oxides by Source Category and by Province, 1985 ____ 18

12 Nitrogen Dioxide Annual Average Levels in Selected Cities, 1983-1987 ____ 19

13 Nitrogen Dioxide - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987 ____ 20

14 Trends in Nitrogen Dioxide Annual Mean Values for all Stations and Class I Stations with 95% Confidence Limits, 1978-1987 ____ 20

15 Composite Averages of Nitrogen Dioxide Concentrations with 95% Confidence Limits for Class I and All Stations, 1978-1987 ____ 22

16 Emissions of Carbon Monoxide by Source Categories and by Province, 1985 ____ 24

17 Carbon Monoxide Average Levels in Selected Cities, 1983-1987 ____ 24

18 Carbon Monoxide - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987 ____ 25

19 Trends in Carbon Monoxide Annual Mean Values for all Stations and Class I Stations with 95% Confidence Limits, 1978-1987 ____ 25

20 Composite Averages of Peak Carbon Monoxide Concentrations with 95% Confidence Limits for Class I and All Stations, 1978-1987 ____ 27

21 Emissions of Volatile Organic Compounds by Source Category and by Province, 1985 ____ 28

22 Average of Peak Hourly Ozone Levels in Selected Cities, 1983-1987 ____ 30

23 Ozone - Distribution of Annual Mean Data, 1979-1987 ____ 30

24 Average Number of Days Per Year Exceeding the Hourly Ozone Air Quality Acceptable Objective, 1982-1986 ____ 31

25 Trends in Ozone Annual Mean and Peak Hourly Concentrations for All Stations and Class I Stations, 1979-1987 ____ 33

26 Emissions of Suspended Particulate Matter by Source Categories and by Province, 1985 ____ 35

27 Total Suspended Particulate Levels in Selected Cities, 1983-1987 ____ 36

28 Suspended Particulate - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987 ____ 37

29 Trends in Suspended Particulate Annual Mean Values for All Stations and Class I Stations with 95% Confidence Limits, 1978-1987 ____ 38

30 National Emissions of Lead by Source Category and by Province, 1987 ____ 40

31 Annual Average Lead Levels in Selected Cities, 1983-1987 ____ 41

32 Lead - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987 ____ 42

33 Trends in Lead Annual Mean Values for All Stations and Class I Stations with 95% Confidence Limits, 1978-1987 ____ 43

34 Coefficient of Haze Average Levels in Selected Cities in Canada ____ 44

35 Soiling Index - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987 ____ 45

36 Trends in Soiling Index Annual Mean Values for all Stations and Class I Stations with 95% Confidence Limits, 1978-1987 ____ 45

List of Tables

1 National Air Pollution Surveillance Class I Stations ____ 5

2 National Ambient Air Quality Objectives ____ 6

3 Pollutants and Their Effects ____ 6

4 Linear Regression Analysis for Long-term Trends ____ 9

5 A Comparison of Station Readings for Carbon Monoxide ____ 11

6 Sulphur Dioxide - Percentage of Stations With Reading in Various Ranges With Respect to the National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987) ____ 15

7 Nitrogen Dioxide - Percentage of Stations in Various Ranges with Respect to the National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987) ____ 21

8 Carbon Monoxide - Percentage of Stations with Readings in Various Ranges with Respect to National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987) ____ 26

9 Ozone - Percentage of Stations With Readings in Various Ranges with Respect to the National Ambient Air Quality Objectives (1979-1987) ____ 32

10 Total Suspended Particulate - Percentage of Stations in Various Ranges With Respect to the National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987) ____ 38

Summary

The National Air Pollution Surveillance (NAPS) network, responsible for monitoring the quality of air, has undergone many refinements since its inception in 1970. Since the mid-seventies, the NAPS network has attained the size needed to show geographic and periodic variations in national urban air quality. The quality of the air is defined according to three levels of National Ambient Air Quality Objectives: desirable, acceptable, and tolerable. The "acceptable" level is based on the protection of human health as well as the general environment which includes vegetation, animals, soil, water and air quality.

Routine monitoring results from the NAPS (urban) network for the 1974 to 1987 period show considerable improvements in ambient air quality as can be seen in the following tables:

Table S1 A Summary of Seven Pollutants Measured by NAPS Network

Pollutant	1987 Average Concentrations	Percent decline 1978-1987	Percent decline 1974-1987
Sulphur dioxide	5 ppb	50	61
Nitrogen dioxide	21 ppb	27	29
Carbon monoxide	1 ppm	33	58
Ozone	16 ppb	no change	NA
Total suspended particulate	48 $\mu g/m^3$	22	40
Particulate lead	0.1 $\mu g/m^3$	76	85
Coefficient of haze	0.28 COH	no change	26

NA - not available for 1974

It should be noted that the ozone levels recorded in Tables S1 and S2 came from measurements taken at ground level. This ground level ozone has been used to assess adverse effects on human health and vegetation. However, the ozone in the stratosphere miles above the earth, which screens out harmful ultraviolet rays from the sun, is not discussed in this report.

Table S2 Attainment of the Acceptable (NAAQO) Level in 1974 and 1987

Pollutant	Annual objective		1-hour objective		8-hour objective		24-hour objective	
	1974	1987	1974	1987	1974	1987	1974	1987
Sulphur dioxide	82	100	87	93	-	-	85	97
*Nitrogen dioxide	96	100	86	100	-	-	84	100
Carbon monoxide	-	-	97	100	71	94	-	-
*Ozone	50	43	18	45	-	-	-	-
Total Suspended	51	98	-	-	-	-	N/A	N/A

- no objective
* for NO_2 and O_3 the attainment rate is compared to 1977 and 1979 respectively

This report also features data analysis techniques that assess the significance of long-term and year to year changes in both average and peak maximum level) pollutant concentrations. For example, the average concentrations of the following pollutants for the 1978-1987 analysis period have shown significant improvement (at 99% confidence): sulphur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide, lead, and total suspended particulate. Coefficient of haze has shown a similar decline (at 95% confidence), while the ozone annual mean has not demonstrated any consistent trend.

The national trends in this report are augmented for the first time with graphs showing emissions of five common pollutants and particulate lead as well as graphs showing average pollutant levels in selected cities across Canada.

Section 1

Introduction

1.1 Purpose and Scope

This is the seventh in a series of reports [1,2,3,4,5,6] on ambient air quality trends issued by Environment Canada. Its purpose is to report trends in the ambient air quality data collected through the National Air Pollution Surveillance (NAPS) Network[7] and to identify significant changes by statistical and other forms of analysis. This report covers the monitoring results for the 1978 to 1987 year period.

The NAPS program was initiated in January 1970 to provide a nation-wide data base for determining air quality in the major urban centres of Canada. Effects on the urban environment as a consequence of changing industrial activity, fuel use patterns, population density, more extensive use of pollution control equipment, and other factors are documented in the trends reports. Air monitoring stations are maintained in most Canadian cities having populations greater than 100 000. Monitoring instruments are usually located at sites where air pollution could present a problem and where a large number of people could be affected. These sites are referred to as "monitoring stations" and are classified according to the primary land use in their location:

1. C = commercial
2. R = residential, and
3. I = industrial.

Guidelines have been established categorizing NAPS stations as Class I and Class II. The "Class I" network is the permanent national network of comprehensive monitoring stations which are operated over the long-term. These sites were selected to represent areas of highest population exposed to the prevailing air quality. The "Class II" stations may be operated on a shorter term when and where there is a demonstrated need for monitoring. They are pollutant-oriented but not necessarily source-oriented. Any comparison of data between stations must take these designations into account.

The contaminants monitored are: sulphur dioxide (SO_2), nitrogen dioxide (NO_2), carbon dioxide (CO), ozone (O_3), suspended particulate (SP), and lead (Pb). In addition, the soiling or darkening potential of particulate in the atmosphere is measured as the soiling index or coefficient of haze (COH). Measurements of dustfall and sulphation rates are also recorded by the network, but are not analyzed in this report.

Since 1974, the NAPS annual summaries have only reported annual means of a contaminant for a station that met a set of completeness criteria. For SO_2, NO_2, O_3, CO and COH, monthly or annual means are not calculated unless at least 50% of the hourly observations are available for the period concerned. Furthermore, the annual mean is not reported unless monthly means can be calculated for at least two months in each quarter. For suspended particulate and lead, a monthly mean is not reported in the NAPS annual summaries unless a minimum of three samples is available for that month. The conditions for reporting the annual geometric mean are a minimum of 40 samples in the year with at least eight valid samples for each quarter. Beginning in 1985, the NAPS

annual summary data for SO_2 and NO_2 were reported to an additional decimal place as recommended in the United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) "Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems, Vol. 1". According to the EPA, calculated values can be reported to one decimal place more than the observed value.

1.2 Air Monitoring Program

When established in January 1970, the NAPS network had 40 monitoring instruments in 14 cities, measuring SO_2, SP, Pb and COH. In December 1987, the number of instruments had stabilized at about 400 in 59 cities across Canada and the list of contaminants monitored had expanded to include CO, NO_2 and O_3*. The growth of the network is illustrated in Figure 1 and the cities where monitoring instruments are located are shown in Figure 2. To emphasize the relationship of the allocation of monitoring stations with population, Figure 2 includes a population density map. The Class I Stations, their addresses and current status are listed in Table 1.

When the installation of Class I stations is completed, all air quality objective parameters and the coefficient of haze will be monitored. Most of these stations are located in downtown or major residential areas with a potential for poor air quality, which is consistent with the site selection criteria.

1.3 National Ambient Air Quality Objectives (NAAQOs)

Air quality objectives have been established as a guide in developing programs to reduce the damaging effects of air pollution[8]. These programs are designed to meet the following objectives:

1) assist in establishing priorities for reducing contaminant levels and the extent of pollution control needed,
2) provide a uniform yardstick for assessing air quality in all parts of Canada, and
3) indicate the need for and extent of monitoring programs.

The **maximum acceptable level** is intended to provide adequate protection against the effects of pollutants on: soil, water, vegetation, materials, animals, visibility, human health and personal comfort. The **maximum desirable level** defines the long-term goal for air quality and provides a basis for an anti-degradation policy in unpolluted areas of the country. The **maximum tolerable level** is determined by time based concentrations of air contaminants. When air pollutants reach this level of concentration, appropriate action is required without delay to protect the health of the general population. The desirable, acceptable and tolerable levels of the contaminants for the different averaging times in the present analysis are presented in Table 2. The effects of pollutants in the air quality objective ranges are presented in Table 3.

1.4 Analytical Methods

1.4.1 Pollutant Levels in Cities with Class I Stations

Cities with Class I stations were selected for this analysis because these stations monitor air quality trends and therefore offer a measure of consistency in the number of

---

* Another 52 instruments were used to measure dustfall and sulphation rate, but these particular indicators of air pollution are not dealt with in this report.

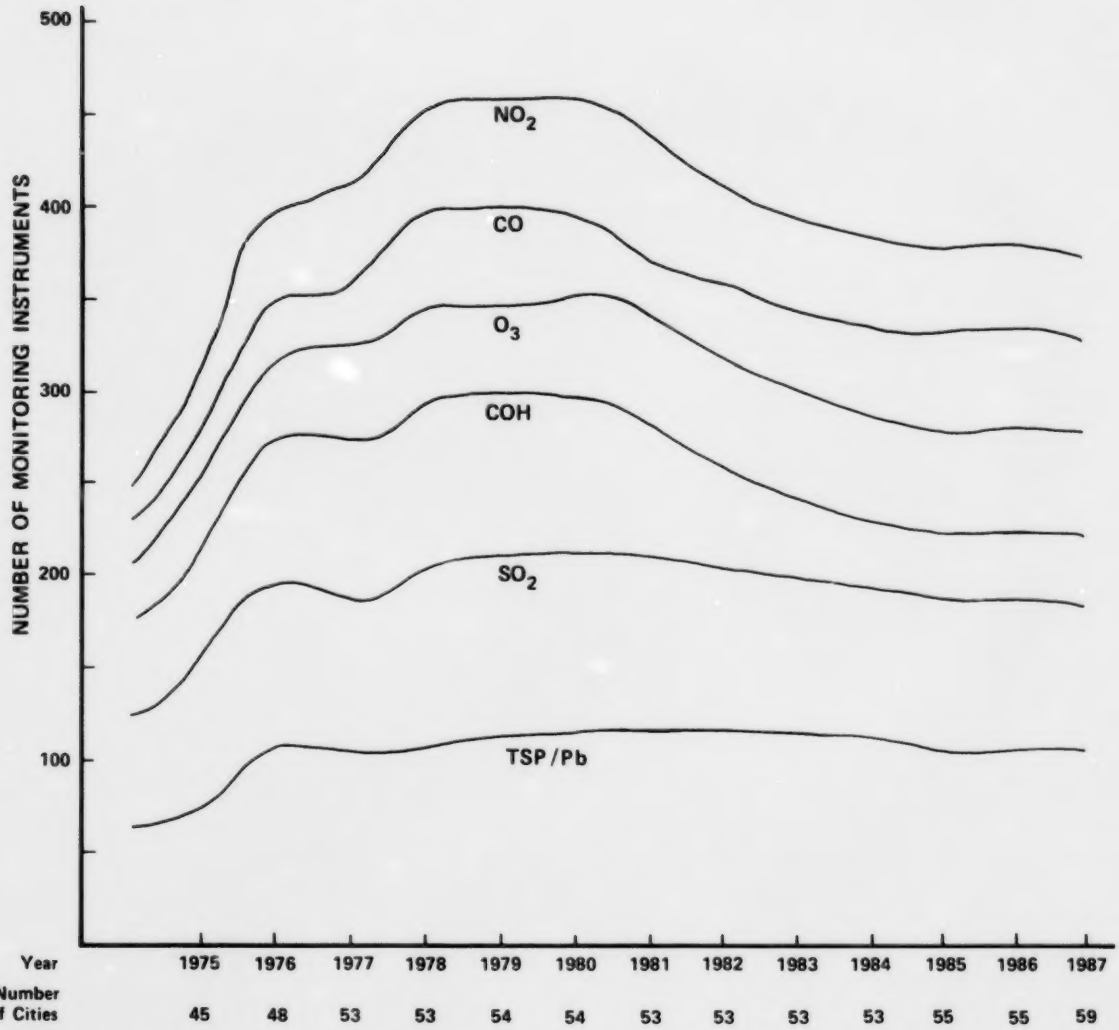


Figure 1 Profile of NAPS Network Instrumentation, 1974-1987

pollutants measured, the location of the site and the size of population, usually in excess of 250 000.

In this analysis, all available stations in the city were used to determine the city annual mean values for 1983 to 1987. The range then is the highest and lowest annual mean value, while the average city level represents the composite average of the five year means. Where data are not sufficient to determine the five year average, an annual mean value or a peak level was chosen (without a range) to approximate a city average pollutant level.

Pollutant average levels are presented for TSP, Pb, NO_2, SO_2, COH and CO while averages of peak concentrations are used for ozone. The method used to represent the average value and the range of values for a specific sample is illustrated in Figure 3.

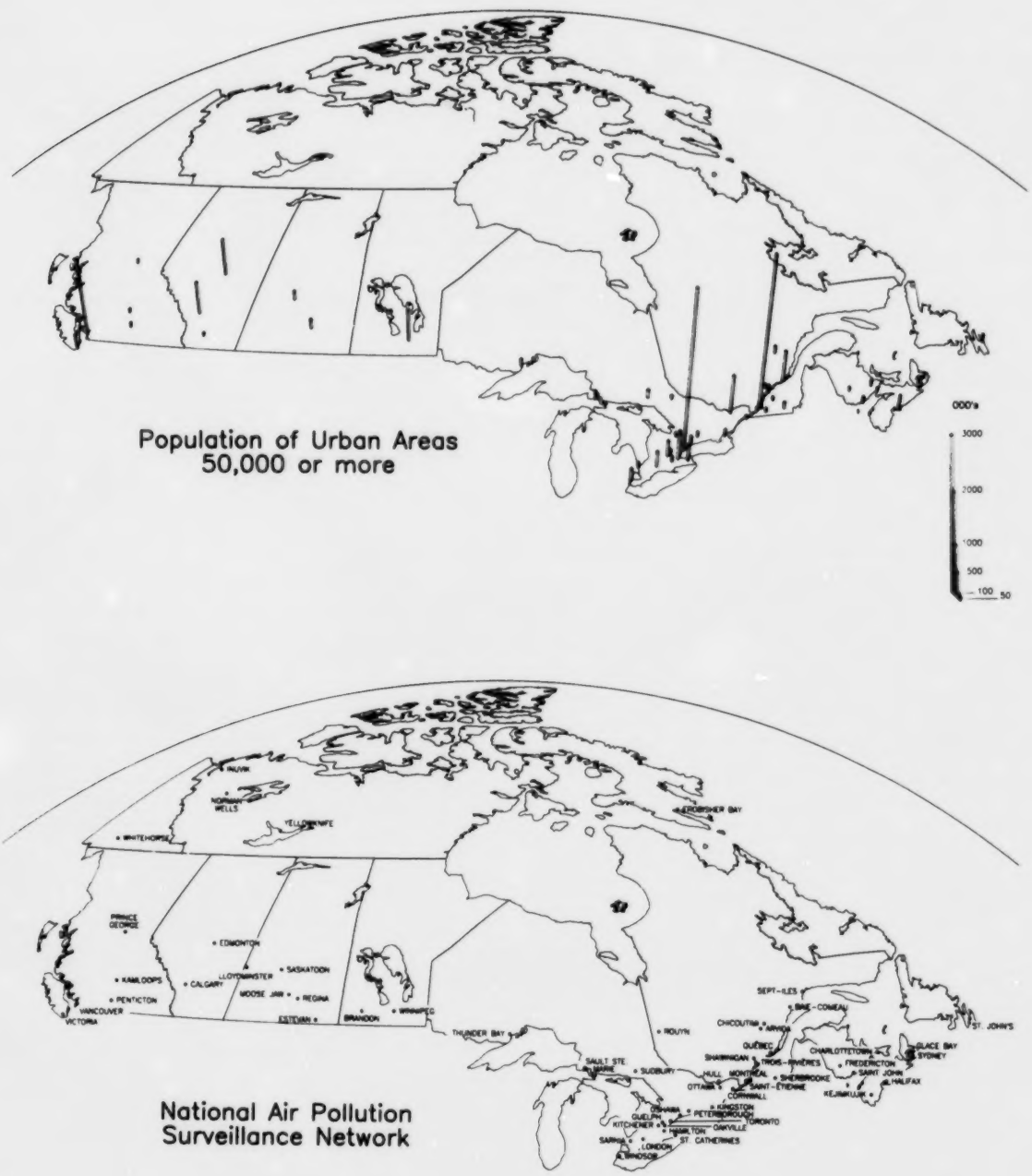


Figure 2 National Air Pollution Surveillance Network (March 1987)

Source: 1981 Census of Canada.

Maps produced by the Geocartographics Subdivision and the Environmental Statistics Unit, Statistics Canada, 1987.

Table 1 National Air Pollution Surveillance Class I Stations (status as of December 31, 1987)

City	Station	Location	Comments
Newfoundland			
St. John's	10101C	Duckworth and Ordinance	no O_3 or NO_2 monitors
Nova Scotia			
Halifax	30116C	Barrington and Duke	high-volume sampler located at site 30101C
New Brunswick			
Saint John	40202C	Post Office	high-volume sampler located at site 40201C
Quebec			
Montreal	50115C	Metcalfe and Maisonneuve	
	50116R	3161 Joseph, Verdun	
	50102R	Jardin Botanique	no soiling index monitor
	50109C	Duncan and Decarie	
	50112C	Boul. Laurentides	no soiling index monitor
	50110C	Parc Pilon, Montreal-Nord	
	50119R	1700 Bourassa, Longueuil	no soiling index monitor
Hull	50203R	Gamelin and Joffre	no O_3 monitor
Quebec City	50307C	Parc Cartier Bréboeuf	no soiling index monitor
Ontario			
Ottawa	60101C	88 Slater Street	
	60104R	Rideau and Wurtemburg	
Windsor	60204C	471 University Avenue	
Toronto	60417C	26 Breadalbane Street	
	60403I	Evans and Arnold	
	60410R	Lawrence and Kennedy	
	60410R	Queensway W. and Hurontario	no soiling index monitor
	60402R	Don Mills, Science Centre	no soiling index monitor
	60413R	Elmcrest Road	
Hamilton	60501C	Barton and Sanford	
London	60901C	King and Rectory	
St. Catharines	61301C	North and Geneva	
Kitchener	61501C	Edna and Frederick	no soiling index monitor
Manitoba			
Winnipeg	70119C	65 Ellen Street	
	70118R	Jefferson and Scotia	
Saskatchewan			
Regina	80109C	1620 Albert Street	no soiling index monitor
Alberta			
Edmonton	90130C	10255-104th Street	no SO_2 analyzer
	90122R	127 St. and 29th Ave. N.W.	no SO_2 analyzer
Calgary	90227C	1611-4th Street S.W.	high-volume sampler located at site 90204C
	90222R	39 St. and 29th Ave. N.W.	no SO_2 analyzer
British Columbia			
Vancouver	00112C	Robson and Hornby	high-volume sampler located at site 00109C
	00106R	2294 West 10th Avenue	
	00108I	250 West 70th Avenue	no SO_2 analyzer
	00110R	E. Hastings and Kensington	
	00111I	Rocky Pt. Park	
Victoria	00303C	1250 Quadra Street	

Note: as of December 1987, there were no COH monitors in the Atlantic Region

Table 2 National Ambient Air Quality Objectives

Pollutant	Averaging Time	Maximum Desirable Concentration	Maximum Acceptable Concentration	Maximum Tolerable Concentration
Sulphur dioxide	annual	11 ppb	23 ppb	-
	24-hour	57 ppb	115 ppb	306 ppb
	1-hour	172 ppb	344 ppb	-
Suspended Particulate	annual	60 $\mu g/m^3$	70 $\mu g/m^3$	-
	24-hour	-	120 $\mu g/m^3$	400 $\mu g/m^3$
Ozone	annual	-	15 ppb	-
	1-hour	50 ppb	82 ppb	153 ppb
Carbon Monoxide	8-hour	5 ppm	13 ppb	17 ppb
	1-hour	13 ppm	31 ppm	-
Nitrogen Dioxide	annual	32 ppb	53 ppb	-
	24-hour	-	106 ppb	160 ppb
	1-hour	-	213 ppb	532 ppb

* Conditions of 25°C and 101.32 kPa are used as the basis for conversion from $\mu g/m^3$ to ppm or ppb

Table 3 Pollutants and Their Effects*

National Ambient Air Quality Objective's Averaging Time	Carbon Monoxide CO (1-hour, 8-hour)	Nitrogen Dioxide NO_2 (1-hour)	Ozone O_3 (1-hour)	Sulphur Dioxide SO_2 (1-hour, 24-hour)	Suspended Particles (24-hour)
(Very Poor Range)					
	Increasing cardiovascular symptoms in non-smokers with heart disease. Some visual impairment.	Increasing sensitivity of patients with asthma and bronchitis.	Light exercise produces effect in some patients with chronic pulmonary disease.	Increasing sensitivity in patients with asthma and bronchitis.	Increasing sensitivity on patients with asthma and bronchitis.
Maximum Tolerable (Poor Range)	Increasing cardiovascular symptoms in smokers with heart disease.	Odour and atmospheric discoloration. Increasing bronchial reactivity in asthmatics.	Decreasing performance by some athletes exercising heavily.	Odourous. Increasing vegetation damage and sensitivity.	Visibility decreased. Soiling evident.
Maximum Acceptable (Fair Range)	No detectable impairment but blood chemistry changing.	Odourous.	Increasing injury to some species of vegetation.	Increasing injury to species of vegetation.	Decreasing visibility.
0 - Maximum Desirable (Good Range)	No effects.	No effects.	No effects.	No effects.	No effects.

In this example, City 2 and City 3 have the same five year average level for NO_2, although City 3 has a much greater range of annual mean concentrations. The highest city five year average level of NO_2 in this example has been measured in City 4. For City 1, there was enough data available to establish a city average level of NO_2. However, there was not enough data available to determine the five year average or an accurate range. A blank in the graph indicates that the pollutant was not monitored in that particular city. This method of illustrating the average city pollutant level and its range will be used throughout this publication.

1.4.2 Tukey's Multiple Comparison Test

This type of analysis is simply a trend line composed of composite averages with their associated 95% confidence intervals (Figure 4). These intervals allow comparisons to be made between any two years in the analysis period. A significant change between years is indicated where the confidence intervals do not overlap. With Tukey's test, the confidence intervals are wide enough to compare the largest and smallest (yearly) averages in the analysis period with only a 5% chance of falsely indicating a significant change.

The confidence intervals are calculated from an analysis of variance (ANOVA) of the concentration (mean or 98th percentile) of interest for each pollutant at each site across all the years of the study. In this analysis, the set of stations must be the same for all years in the study. This was achieved by using only stations that had valid data for at least 7 of the 10 years. Any missing values were filled in by making estimates. This system also explains any differences in annual mean levels that occur between Tukey's test results and the box plot analysis that is based on all network stations. Data for the box plots was used as is with no stations removed and no missing values filled in. An example of the plotting convention is shown in Figure 4. A more complete explanation of the method can be found in a previous report[5].Tukey's test results can provide comparisons at three levels to show:

1. changes in concentration levels from year to year at Class I and All Stations,
2. significant change (at 95% confidence) where confidence intervals do not overlap at either Class I Stations or All Stations, and
3. relative concentration levels between Class I and All Stations.

1.4.3 Long-term Trend Analysis (Linear Regression)

Tukey's test is intended to be used for comparing the mean of one year to the mean of another. To test the significance of the long-term or 10 year trend, a linear regression analysis was performed on the mean data (on the same data set used for Tukey's Test) to determine whether the slope of the line was significantly greater or less than zero. The results of the linear regression analysis are as presented in Table 4.

The 98th percentile of the hourly or the eight hour or 24 hour running average concentration corresponds to the 120th out of 8760 readings taken by a continuous monitor in a year. This is the level that is exceeded by less than seven days per year. It is used to indicate year to year changes in high pollutant emission levels near a monitoring station while filtering out such variable factors as weather.

The 99.9th percentile concentration corresponds to the 9th highest reading in the yearly data record. In this report it is used to indicate the severity of ozone episodes. Ozone is not emitted directly but is formed in the atmosphere and the high levels experienced

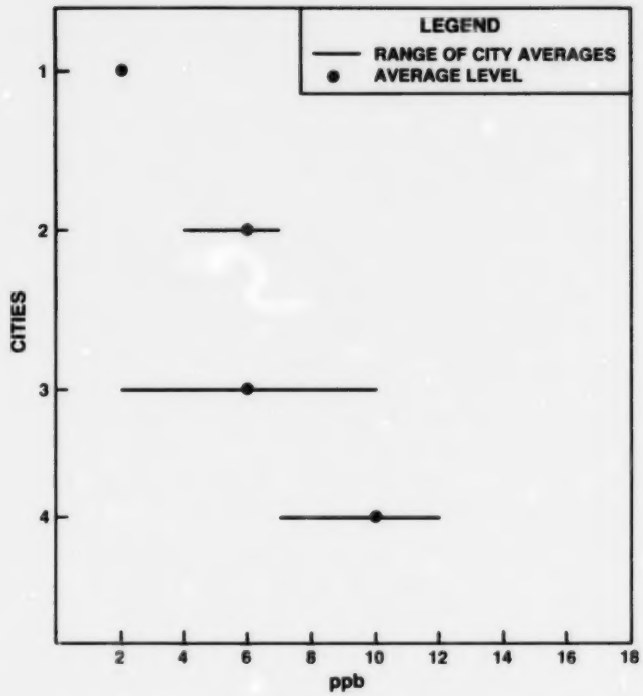


Figure 3 Sample of Plotting Method: for City Average Pollutant Levels

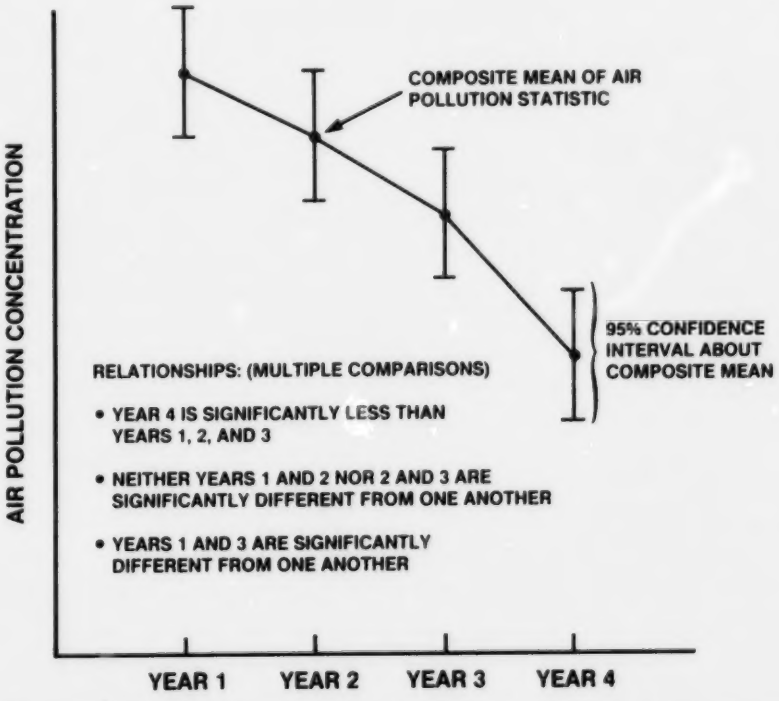


Figure 4 Plotting Convention for Tukey's Multiple Comparison Test [9]

Table 4 Linear Regression Analysis for Long-term Trends (1979-1987)

Pollutant	Indicator	10-year Average	Average Yearly Change
SO_2	Annual Mean	9.3 ppb	-0.63 **
TSP	Annual Mean	53.4 $\mu g/m^3$	-2.59 **
NO_2	Annual Mean	23.3 ppb	-0.38 **
COH	Annual Mean	0.28 COH	-0.004 *
Lead	Annual Mean	0.26 $\mu g/m^3$	-0.03 **
Ozone	Annual Mean	16.0 ppb	-0.003
Ozone	Peak Hourly	82.4 ppb	-2.6 **
CO	Annual Mean	1.3 ppm	-0.07 **
CO	Peak Hourly	4.5 ppm	-0.17 **

* significant at 95% confidence
** significant at 99% confidence

during pollution episodes occur under optimal weather conditions. Unlike the 98th percentile it is more sensitive to yearly changes in (hot summer days) weather.

1.4.4 Box Plot Analysis

The box plot is a graphical technique used in exploratory data analysis to show the distribution of the annual means for "All Stations" calculated for the various contaminants. The plotting convention for the box plot is shown in Figure 5. For a given contaminant, the annual averages (or geometric means in the case of SP and lead) for all stations are grouped and ranked*. The percentiles indicate the percentage of stations with annual averages less than the specific levels identified. In addition to the percentiles (10, 25, 50, 75 and 90), the annual average of All Stations for the pollutant in a given year is also displayed. The annual trends at the favorable (10 to 25 percentiles), average (mean, median (50), and unfavorable (75 and 90 percentiles) stations, therefore, can be analyzed separately (see Appendix).

1.4.5 Analysis with Respect to National Ambient Air Quality Objectives

A third type of analysis used is based on the percentages of station data meeting or exceeding the NAAQOs in each year of the analysis period. This type of analysis is crude because it is insensitive to movement within the particular air quality ranges. For example, all stations recording an annual mean for a particular contaminant may experience a change in the mean concentration from one year to the next. If none of the

* All available stations were used in each year, so the set of stations changes somewhat from year to year. This could possibly bias the annual average or percentiles calculated, distorting actual trends. To account for this, averages and percentiles were calculated for data from All Stations and Class I Stations. Values and corresponding trends for both were found to be similar. Consequently, because the total NAPS network provides a more representative national sample, data from all stations have continued to be used in the analysis.

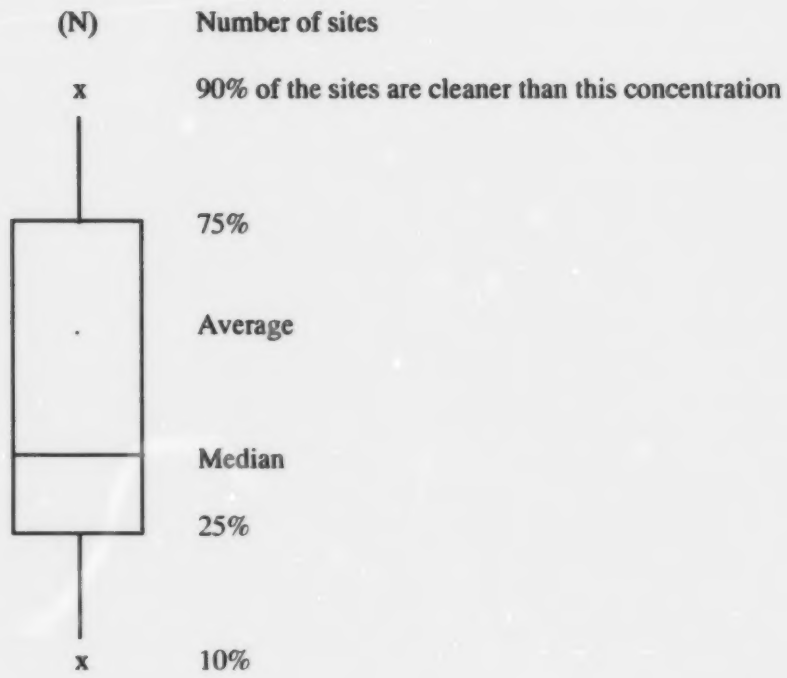


Figure 5 Concentration Box Plotting Levels

annual means drops below a particular objective, this type of analysis would indicate no change.

This analysis is also insensitive to the number of times that an objective level is exceeded, particularly where the short-term air quality objectives (one-hour, eight-hour, 24-hour) are concerned. A single occurrence will register a station as exceeding a particular level, be it desirable, acceptable, or tolerable, even though this may be one in several thousand readings taken at that station. Table 5 indicates that the one-hour desirable level for carbon monoxide (13 ppm) has been exceeded at five Toronto stations; the acceptable level (31 ppm) has been exceeded at one of these stations.

If a comparison is made between station 60401C and 60416C (Table 5), approximately 4.0% of the readings at station 60416C exceed the desirable level, whereas 0.4% of the readings at the other station exceed the same level. This type of analysis tends to identify potential air quality problems at specific sites. Consequently, it is used more in a supportive role to substantiate the preceding types of analysis. For the same reason as in the box plot analysis, all stations have been used in calculating the percentage of stations with readings meeting or exceeding NAAQOs (Table 5).

Table 5 A Comparison of Station Readings for Carbon Monoxide

Station	Location	One-hour Average CO, 1981		Total Readings
		>Desirable	>Acceptable	
60401C	67 College Street	14	0	3476
60402R	Don Mills, Science Centre	0	0	8105
60403I	Evans and Arnold	0	0	8387
60410R	Lawrence and Kennedy	1	0	8450
60412R	Bathurst and Wilson	1	0	8516
60413R	Elmcrest Road	0	0	7149
60414I	Sherbourne an Wilton St.	0	0	8299
60415R	Queensway W. and Hurontario	8	0	8607
60416C	381 Yonge Street	293	17	8481
60417C	26 Breadalbane	0	0	4297

Section 2

Sulphur Dioxide

Sulphur dioxide (SO_2) is a colourless gas and normally is not present in urban air at concentrations high enough for its heavy, pungent odour to be detected. It is emitted into the atmosphere from industrial processes such as the smelting of nonferrous metals, and from the combustion of fuels like coal or heavy oil which may have a high sulphur content. Sulphur dioxide is a major pollutant that adversely affects health, vegetation and materials (Tables 2 and 3).

From Figure 6 it is apparent that in many provinces industrial processes account for most of the SO_2 emissions. Fuel combustion is the second largest source of SO_2 emissions with thermal power being the most prominent source in that category. On a national basis, two thirds of the SO_2emissions are derived from industrial processes while the remaining third is derived from fuel combustion. The major industrial sources tend to be located in remote areas whereas fuel combustion emissions are concentrated in more heavily populated areas.[10]

Figure 7 represents the SO_2 levels in sixteen selected urban centers across Canada. In most cases, the current levels are at the low end of the ranges shown in Figure 7. In terms of their five year composite averages, all limits are well within the desirable range of the annual air quality objectives. The only exception to this is Quebec City which is within the acceptable range.

2.1 Annual Means

The composite average of sulphur dioxide annual means recorded by the National Air Pollution Surveillance (NAPS) network decreased from 10 ppb in 1978 to 5 ppb in 1987 (Figure 8). Sulphur dioxide levels are showing signs of stabilizing; little change has taken place in the network annual mean at the 90th percentile concentration. In fact, the 90th percentile concentration has been within the desirable range since 1982. The number of stations for which mean values are available for pairs of consecutive years are found in the Appendix. In the last five years, more than half of these stations have shown no change in annual mean concentrations.

Trends in composite annual mean values for All Stations and for Class I Stations with 95% confidence limits (derived using Tukey's test) are shown in Figure 9. By inspection it is evident that the data for Class I Stations and All Stations convey the same general trend. In the All Stations plot, there are many significant differences (where confidence intervals do not overlap) between years, such as 1985 to 1987 and the years prior to 1982. It should be kept in mind that the number of stations in the analysis can affect the magnitude of the confidence limits, and also that Class I Stations generally monitor commercial and residential centres. The All Stations plot displays higher concentrations in this case because it contains data from smaller urban centers with an industrial SO_2 source, where higher SO_2 concentrations are expected.

In recent years, more than 90% of the monitoring stations (98% in 1987) have reported annual mean values within the maximum desirable objective level. Throughout the 1978 to 1987 year period there was a steady

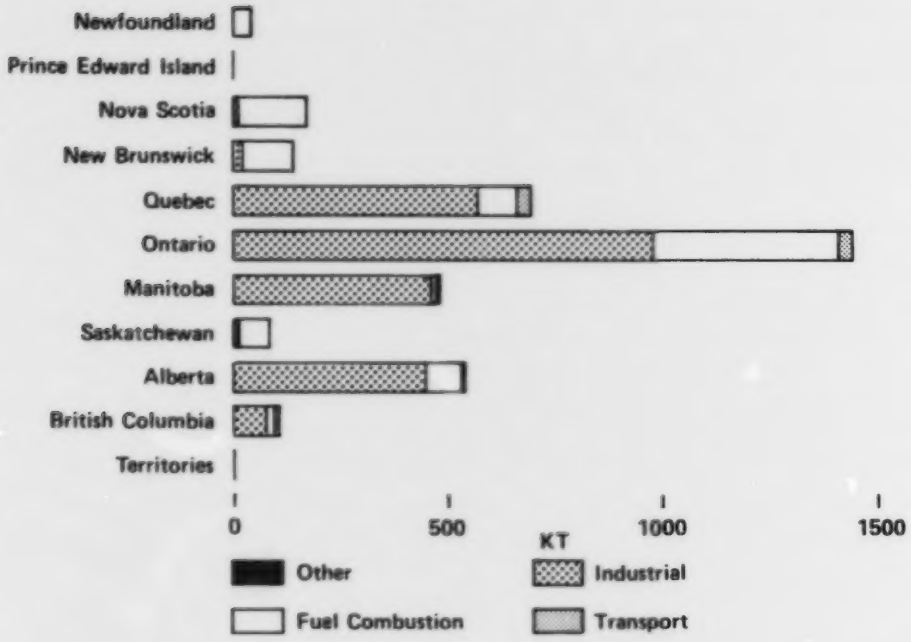


Figure 6 Sulphur Dioxide Emissions (x 10^3 tonnes) by Source Category and Province, 1985

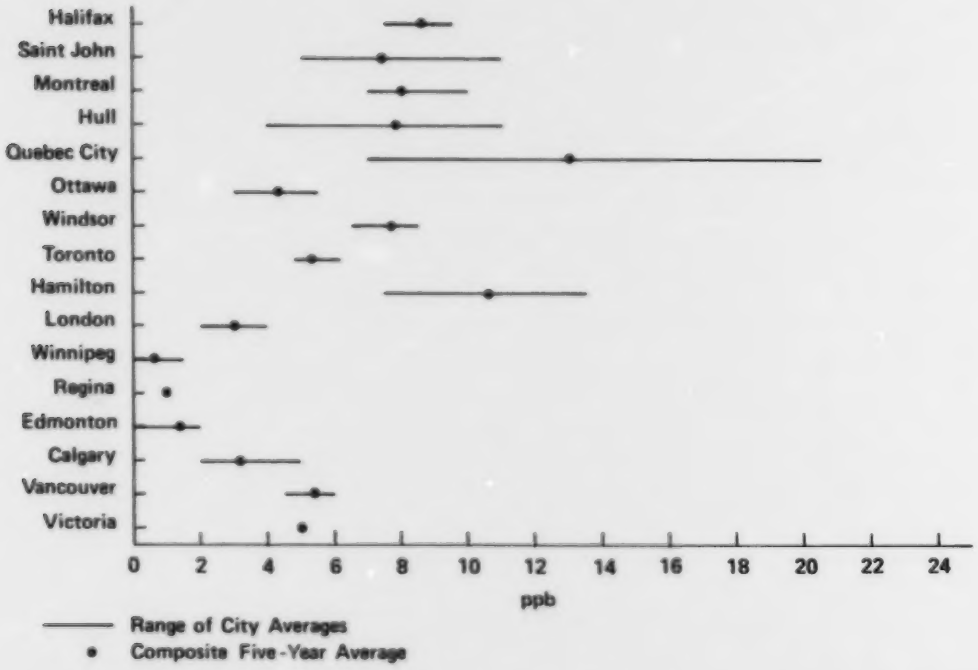


Figure 7 Annual Average Levels of Sulphur Dioxide in Selected Cities (parts per billion), 1983-1987

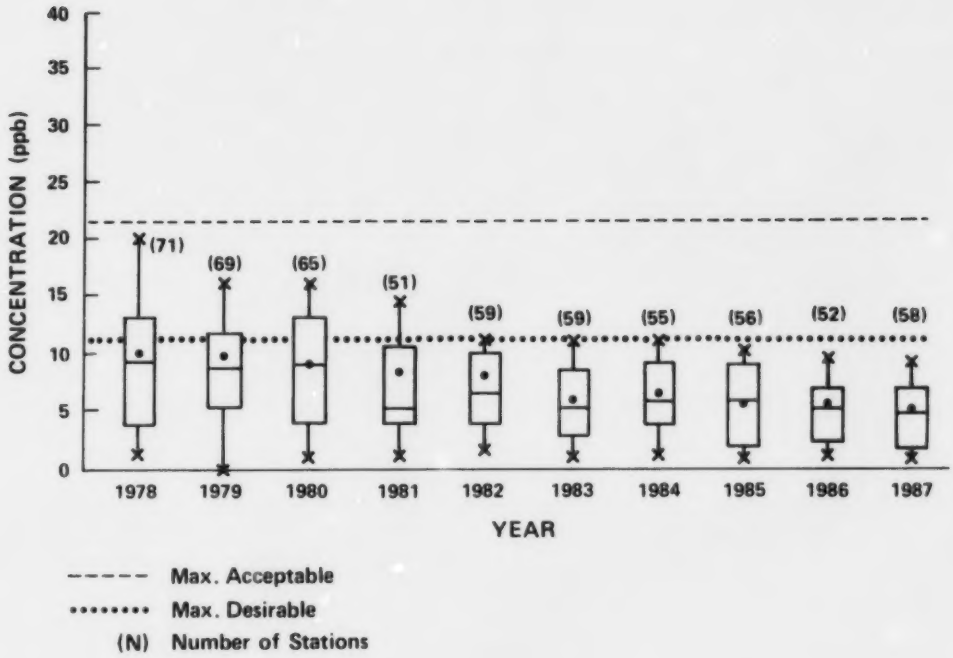


Figure 8 Sulphur Dioxide - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987

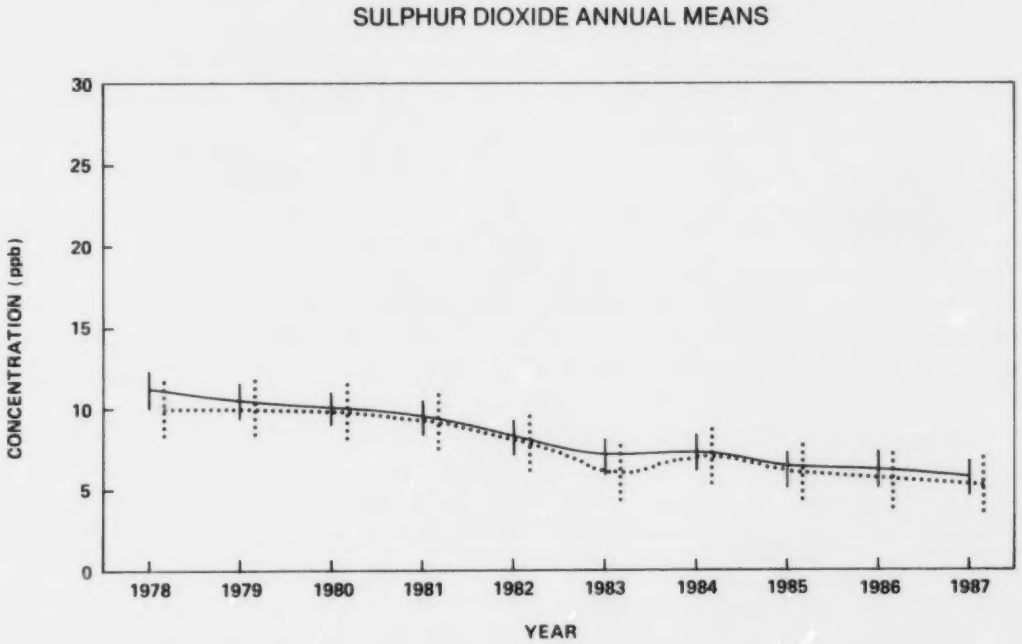


Figure 9 Trends in Sulphur Dioxide Annual Mean Values for All Stations (—) and Class I Stations (...) with 95% Confidence Limits, 1978-1987

increase in the number of sites that met the maximum desirable objective. The percentage of stations with readings in various ranges with respect to the annual NAAQOs for 1978 to 1987 are found in Table 6. The improvement achieved during the last four years is apparent since only one station has exceeded the acceptable level.

Overall, the annual mean values across the NAPS network compare favorably with the objectives, although some stations continue to register values in excess of the maximum acceptable level of 23 ppb. The stations with highest mean levels over the past eleven years are listed in Table H in the Appendix. From this table, the improvement at the worst sites is rather dramatic, particularly in Sudbury station 60606C and Montreal station 50115C. The annual mean levels at these stations exceeded the acceptable level objective but have since come down to a level below the desirable level.

2.2 Short-term Concentrations

2.2.1 Twenty-four-hour Maximum Levels

During the 1978 to 1987 period the percentage of stations meeting the maximum desirable level of the National Ambient Air Quality Objectives have improved steadily from 42% to 80% of the stations. The maximum acceptable level was exceeded at 3% of the stations during the 1986 to 1987 period. However, this represents a significant improvement over the 15% of the stations that recorded SO_2 concentrations above the maximum acceptable level in 1979.

The maximum tolerable level was exceeded in the analysis period by about 1% of the network stations, with the exception of 1983 when three sites (4%) exceeded that level:

Table 6 Sulphur Dioxide - Percentage of Stations with Readings in Various Ranges with Respect to the National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987)

Range (ppb)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Annual Means										
0 to 11*	68	67	65	75	84	89	91	96	94	98
12 to 23**	25	29	34	23	14	9	9	4	4	2
>23	7	4	1	2	2	2	-	-	2	-
Stations	71	69	65	51	59	60	55	56	53	57
24-hour Maximum										
0 to 60*	42	41	57	49	59	65	63	62	78	80
61 to 110**	44	44	36	38	35	21	29	33	13	17
111 to 310***	13	15	6	12	4	10	8	5	2	3
>310	1	-	1	1	2	4	-	-	1	-
Stations	92	90	89	82	81	78	75	73	71	72
1-hour Maximum										
0 to 170*	61	62	74	55	64	73	67	73	77	77
171 to 340**	22	27	16	30	27	17	24	19	13	16
>340	17	11	11	15	9	10	9	8	10	7
Stations	92	89	88	82	81	78	75	73	71	74

* desirable level
** acceptable level
*** tolerable level

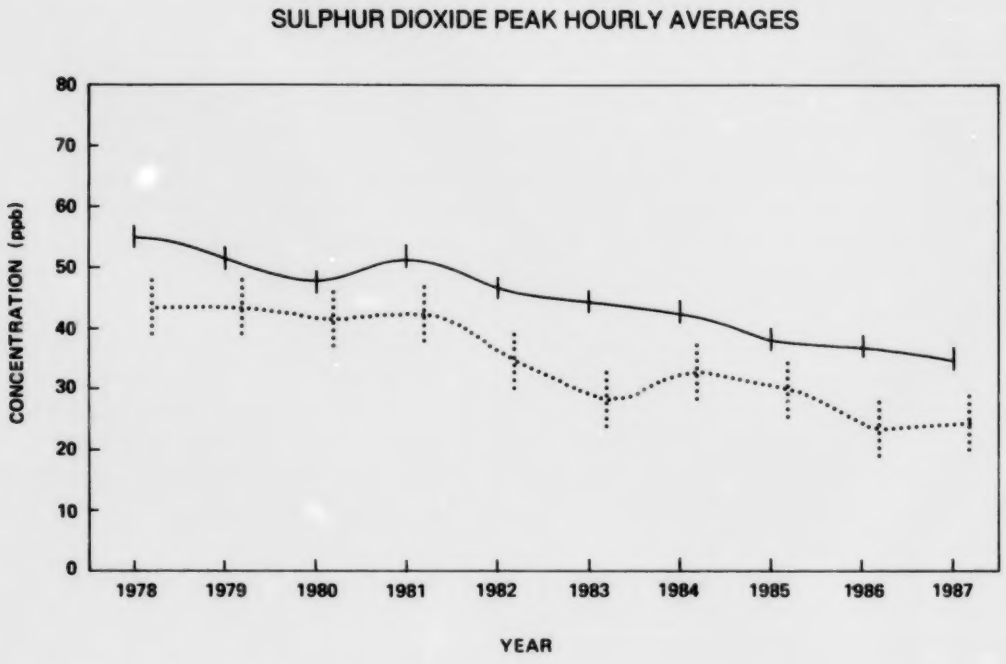
the Quebec City station 50303I, the Baie Comeau station 51301R, and the Rouyn, Noranda station 50610C. These three stations are located near industrial as well as residential, commercial, and institutional heating sources. It is important to note that a single-day exceedance can be influenced by meteorological factors such as a temperature inversion, wind speed and wind direction. Most stations register concentrations within the 24-hour acceptable range (i.e., 93% of the sites in 1980, and 97% in 1987). During the 1984 to 1987 period, all stations, but Quebec City station 50303I in 1986, met the maximum tolerable objective. This same period also represented an improvement in the percentage of stations meeting the maximum acceptable objective.

The plots representing the composite average of the 98th percentile concentrations show that there was a marked (95% confidence) improvement between 1978 to 1982 and the last two years at both the Class I and in All Stations.

2.2.2 One-hour Maximum Levels

When the one-hour levels were analyzed with respect to the NAAQOs, a gradual change was apparent from 1978 to 1987, with a decrease in the percentage of stations registering readings in excess of the maximum desirable level (Table 6) from the 40% range in 1978 to the 20% range in 1987. In 1978, 83% of the NAPS stations met the maximum acceptable level of 340 ppb, compared with 93% in 1987. Communities that experienced one-hour concentrations greater than the one-hour maximum acceptable level in 1987 were: Quebec, Rouyn, Shawinigan and Sudbury. Sudbury (980 ppb), and Rouyn (790 ppb) recorded the highest one-hour concentrations of SO_2 in 1987. Industrial point sources contribute significantly to ambient sulphur dioxide levels at these sites.

An important trend noted in previous reports (5,6) is the continued decline in the number of cities experiencing episodes of SO_2 levels in excess of the maximum desirable level. The plots of the 98th percentile concentration composite averages show many significant decreases (Figure 10). In the All Stations plot, a significant change (95% confidence) is indicated between the 1985 to 1987 period and all the previous years. With a greater emphasis on stack emissions control technology, SO_2 emissions should continue to decline.



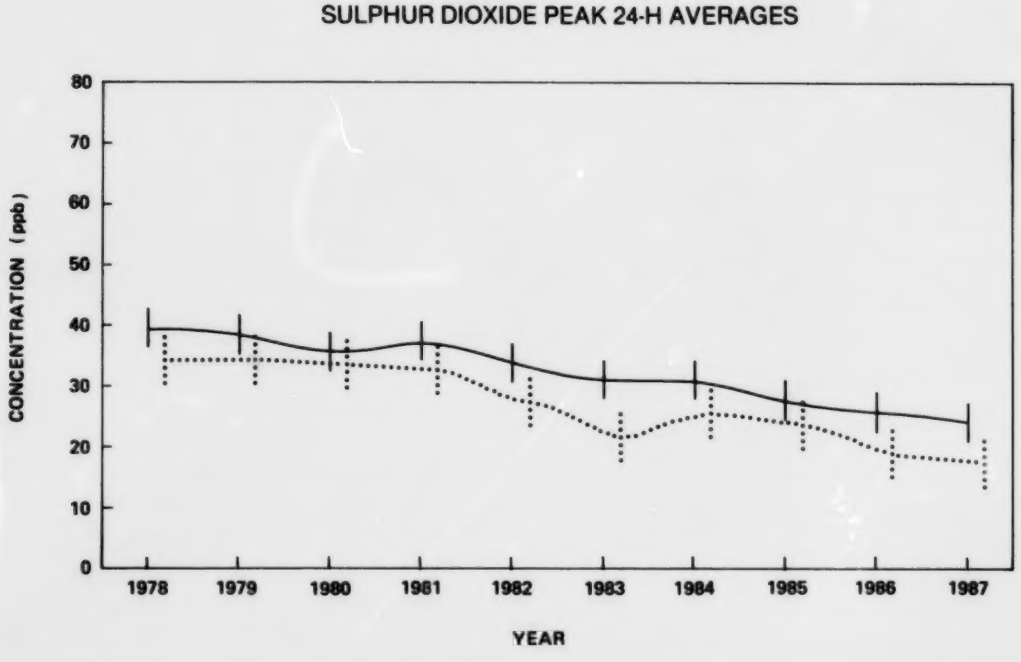


Figure 10 Composite Averages of Peak Sulphur Dioxide Concentrations with 95% Confidence Limits for Class I (...) and All Stations (—), 1978-1987

Section 3

Nitrogen Dioxide

Nitrogen dioxide (NO_2) is a reddish brown gas produced by the oxidation of nitric oxide (NO) in the atmosphere. The formation of NO_2 is the first step in the production of photochemical smog. Nitric oxide is primarily a product of combustion which is produced when air is heated to high temperatures in engines and furnaces.

Figure 11 shows the emissions of nitrogen oxides (NO_x) by province and for four source categories. In most provinces the major contributor is the transportation category which largely consists of cars and trucks. The next important source category is fuel combustion. This category contains such stationary sources as thermal power plants as well as residential, commercial, and industrial fuel combustion. The natural sources of NO_x emissions such as electrical discharges during storms, forest fires and bacterial action in soils are not shown in Figure 11.

In Figure 12, the range and five year composite average levels of NO_2 are shown for selected cities across Canada. All city average levels are well within the maximum desirable range of the annual National Ambient Air Quality Objectives (NAAQOs).

3.1 Annual Means

From 1978 to 1987, the composite average of the network nitrogen dioxide annual means decreased from 29 ppb to 21 ppb (Figure 13). The number of stations indicating changes in

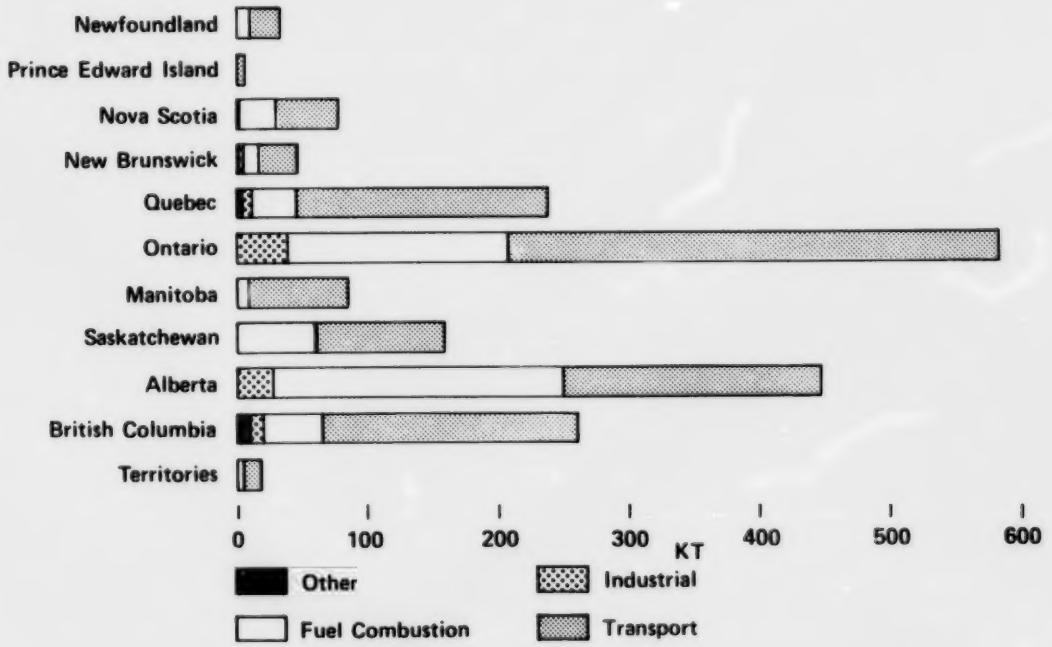


Figure 11 Emissions of Nitrogen Oxides by Source Category and by Province (x 10^3 tonnes), 1985

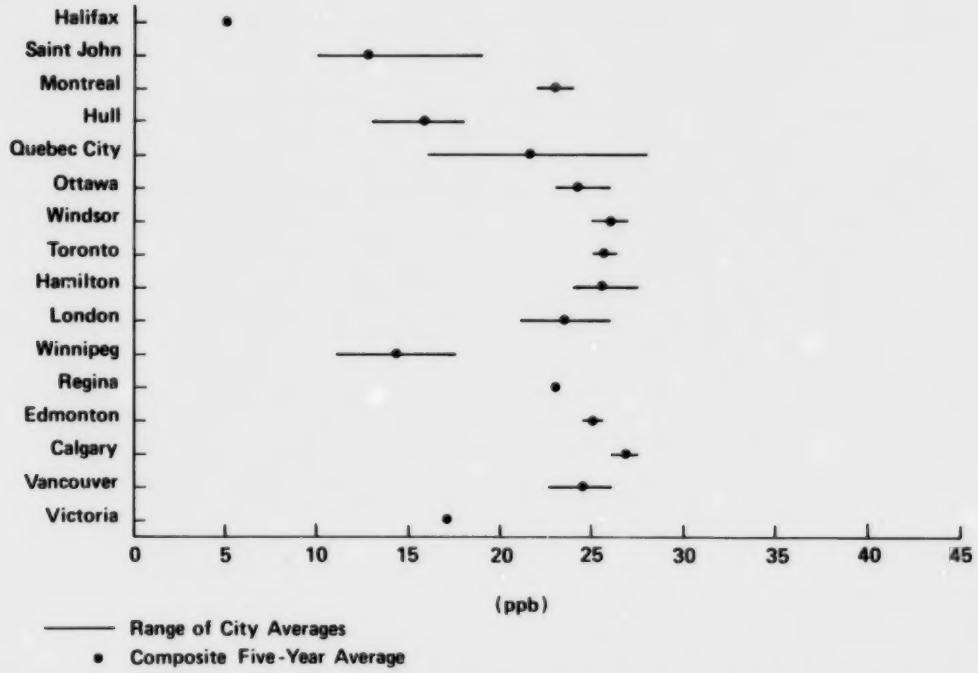


Figure 12 Nitrogen Dioxide Annual Average Levels in Selected Cities (parts per billion) 1983-1987

annual means are listed in the Appendix. These stations have valid annual mean data for pairs of consecutive years. In the past few years, more than half of the stations have shown no change. The composite averages of station annual mean values with their associated 95% confidence limits (derived from Tukey's test) for All Stations and for Class I Stations are presented in Figure 14 for the 1978 to 1987 period. Both sets of stations show similar trends. However, measured concentrations at Class I Stations tend to be higher because they are located in the core of the city, where vehicle and fuel combustion sources are more concentrated.

In both Class I and All Stations, the 1985 to 1987 annual mean levels are significantly lower than 1978, indicating a real reduction in nitrogen dioxide levels. In the past two years, the mean levels have decreased slightly, but no significant changes have occurred since 1979.

The composite averages of station annual means for nitrogen dioxide remained within the desirable level between 1978 and 1987. Over this 10 year period, the annual mean levels have come down 27% by small increments (see the Appendix). As shown in Table 7, the number of stations meeting the maximum desirable level increased from 64% in 1978 to 87% in 1987. No individual station has registered readings in excess of the maximum acceptable level since 1977. The highest annual mean for nitrogen dioxide in 1987 occurred at a commercial (city centre) site in Calgary (34 ppb).

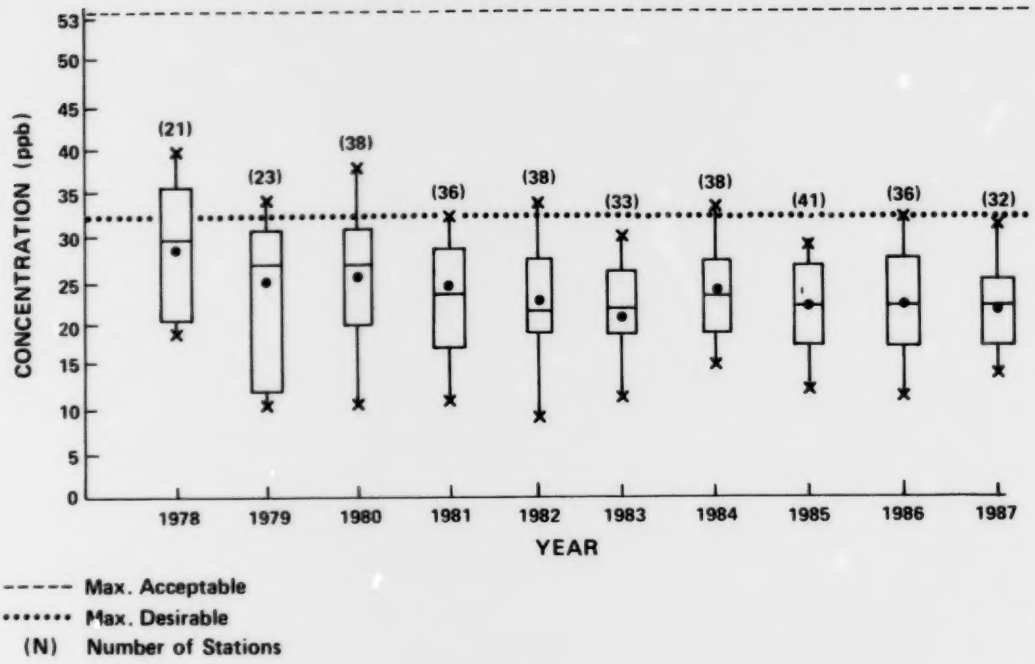


Figure 13 Nitrogen Dioxide - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987

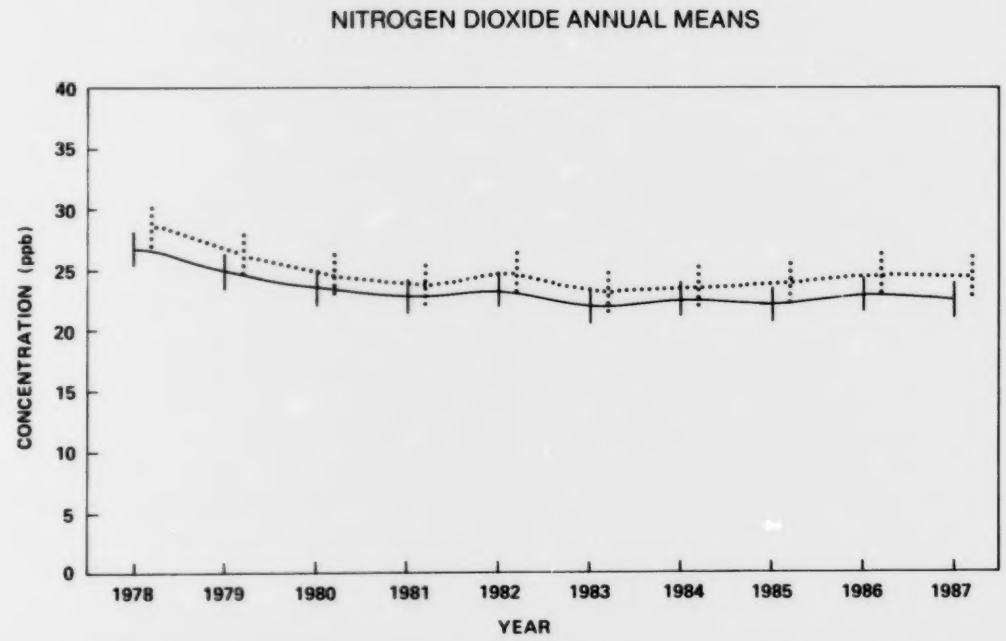


Figure 14 Trends in Nitrogen Dioxide Annual Mean Values for All Stations (—) and Class I (...) Stations with 95% Confidence Limits, 1978-1987

Table 7 Nitrogen Dioxide - Percentage of Stations in Various Ranges with Respect to the National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987)

Range (ppb)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) Annual Means										
0 to 32*	64	76	78	86	86	97	87	90	89	87
33 to 53**	36	24	22	14	14	3	13	10	11	13
>53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stations	33	34	37	36	38	33	39	41	36	32
B) 24-hour Maximum										
0 to 110**	87	92	90	90	92	92	96	96	100	100
111 to 160**	13	8	10	8	8	8	4	4	-	-
>160	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Stations	47	49	50	49	49	50	51	51	50	49
C) 1-hour Maximum										
0 to 210*	87	96	92	86	84	96	98	100	100	100
211 to 530**	13	2	8	14	16	4	2	-	-	-
>530	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Stations	47	49	50	49	49	50	51	51	50	49

* desirable level
** acceptable level
*** tolerable level

3.2 Short-term Concentrations

3.2.1 Twenty-four-hour Maximum Levels

The long-term trend in annual mean nitrogen dioxide levels is reflected by the fact that fewer stations have exceeded the 24-hour maximum acceptable level of 110 ppb (Table 7, part B). In 1978, 87% of the stations met the maximum acceptable level of 110 ppb, compared with 100% in the 1986 to 1987 period. For the past six years all stations have met the maximum tolerable 24-hour level of 160 ppb. From Figure 15, the general trend for Class I Stations and All Stations is equivalent; however, All Stations show a significant (95% confidence) decrease during the 1985 to 1987 period and the years prior to 1980.

3.2.2 One-hour Maximum Levels

The percentage of stations meeting the maximum acceptable one-hour level of 210 ppb was higher during the period from 1985 to 1987 than in previous years; this objective level was met at virtually all of the sites (Table 7, part C). No station has recorded readings in excess of the maximum tolerable one-hour level (530 ppb) since 1979, and none did so prior to 1979.

The trend indicated by the composite average of the hourly 98th percentile concentrations

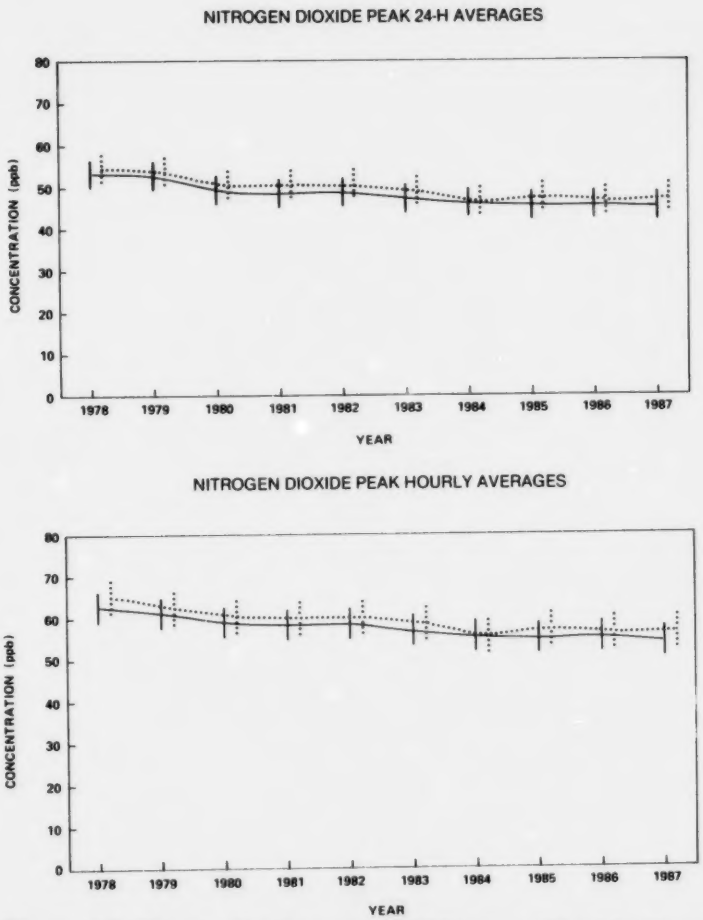


Figure 15 Composite Averages of Nitrogen Dioxide Concentrations with 95% Confidence Limits for Class I (...) and All Stations (—) 1978-1987

is shown in Figure 15. There was a significant (95% confidence) decrease between 1978 and 1987 in the All Stations plot. The Class I Stations plot does not show any significant differences; however, it is important to demonstrate that the general trend is the same.

Section 4

Carbon Monoxide

Carbon monoxide (CO) is a colourless, odorless, highly toxic gas, which is found in trace quantities in the natural atmosphere. It is produced by the incomplete combustion of fossil fuels. Carbon monoxide is a major air pollutant that can be harmful even in small amounts when inhaled over a certain period of time; these periods are defined in the National Ambient Air Quality Objectives (see Tables 2 and 3).

Figure 16 represents the four source categories for provincial CO emissions. In most provinces, the transportation category accounts for the greatest portion of CO emissions (approximately 75% nationally). Within this category, light duty vehicles are the prime source of CO emissions. On a national basis, the industrial and fuel combustion categories contribute about five percent each. The impact of other CO sources will vary from one province to another. For example, the burning of wood waste by means of slash burning and wigwam burners is particularly prominent in the province of British Columbia.

The levels of carbon monoxide in selected cities across Canada are shown in Figure 17. There is no annual air quality objective for CO but it is interesting that most of the composite five year averages for cities are within one part per million (0.5 and 1.5 ppm).

4.1 Annual Means

The composite average of CO annual means for the NAPS network decreased from 1.5 ppm in 1978 to a level of 1.0 ppm (Figure 18) in 1987. The higher concentrations (90th percentile) recorded at stations in more polluted areas, have decreased from a high of 3.2 ppm in 1979 to a level of 1.2 ppm in the past two years.

The number of stations indicating changes in annual mean data for carbon monoxide are listed in the Appendix. These stations have valid annual mean data for pairs of consecutive years. In the past five years, 70% of the paired stations have shown no change, and most of the stations that have changed registered decreases in CO levels. In fact, the annual mean has stabilized at the 1.0 ppm level during this time.

Trends in the composite average of carbon monoxide annual means for All Stations and Class I Stations with 95% confidence limits are shown in Figure 19 (Tukey's test). As with other pollutants, the trend (Class I and All Stations) is similar and it can be concluded that Class I Stations by themselves would provide a representative national sample of carbon monoxide levels. However, due to the greater number of stations involved in the analysis of variance (ANOVA), "All Stations" generally is a better indicator of year to year change. In this case, both Class I Stations and All Stations show the same long-term trend, with All Stations being significantly lower in the 1986 to 1987 period than in 1983 (at 95% confidence) and the previous years. These decreases have been brought about by improvements at sites that commonly registered the highest values.

The highest reported station annual means in 1987, 3.3 ppm and 2.2 ppm, were recorded at commercial sites in Toronto and Vancouver.

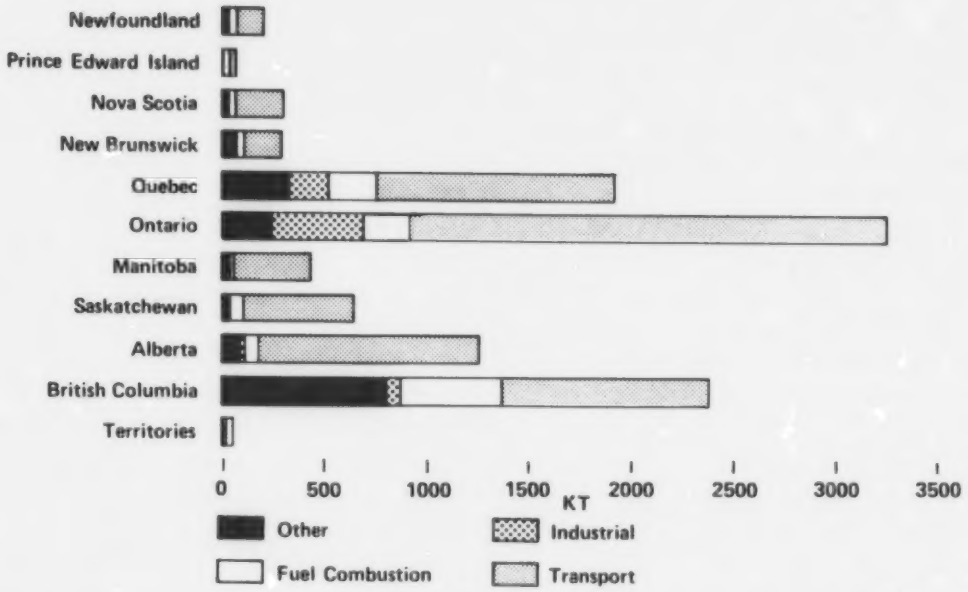


Figure 16 Emissions of Carbon Monoxide by Source Categories and by Province (x 10^3 tonnes), 1985

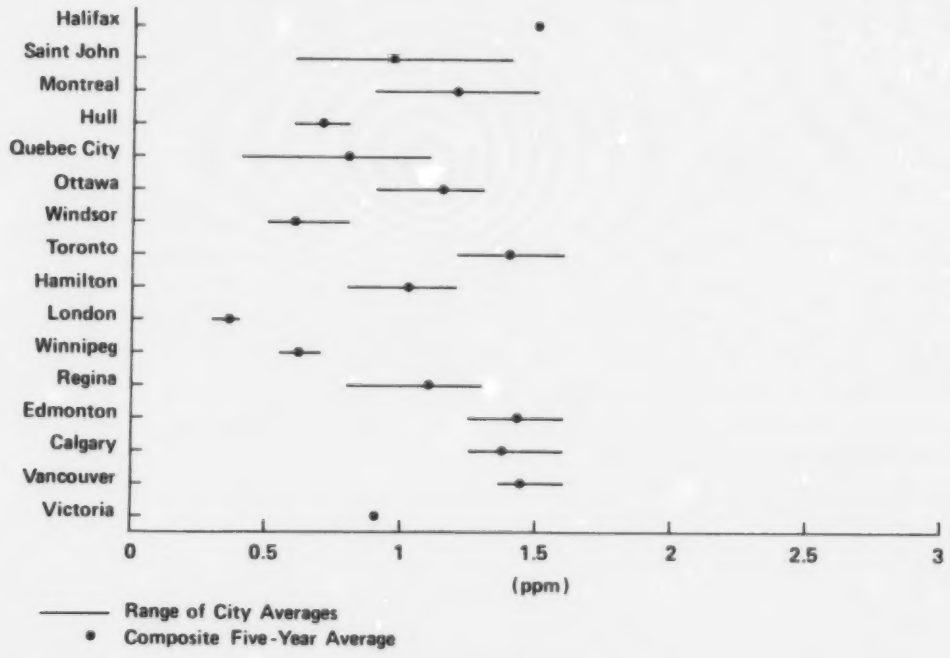
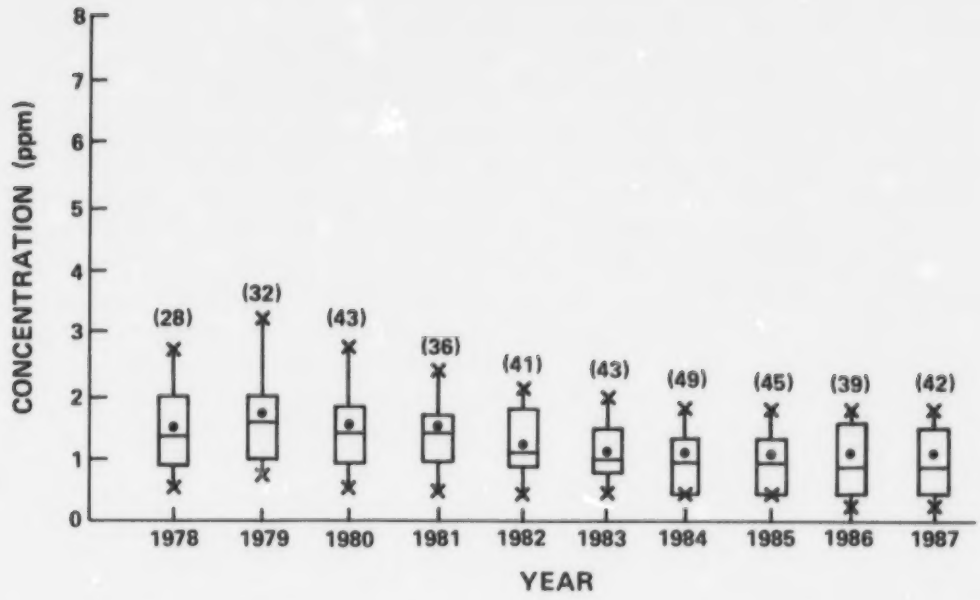


Figure 17 Carbon Monoxide Average Levels in Selected Cities (parts per million) 1983-1987



(N) Number of Stations

Figure 18 Carbon Monoxide - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987

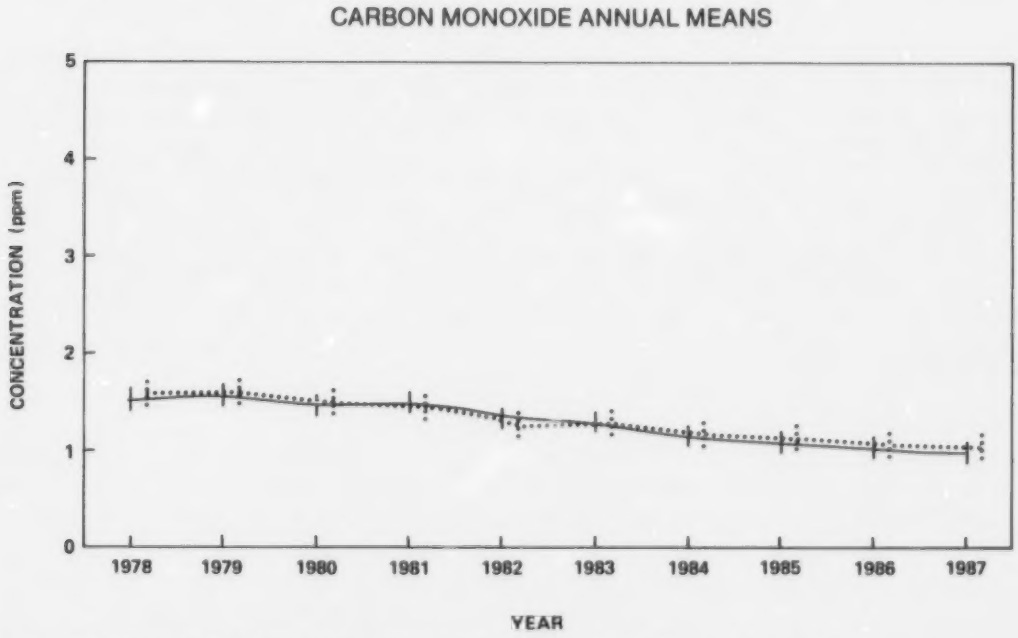


Figure 19 Trends in Carbon Monoxide Annual Mean Values for All Stations (—) and Class I Stations (...) with 95% Confidence Limits, 1978-1987

These levels as well as the number of stations that registered high CO readings have come down markedly in the 1980s. Since both stations are downtown sites located near major traffic arteries, this decrease probably reflects a general lowering of the individual car emission rate over the review period[11]. From a "Summary Report, Canadian Energy Supply and Demand 1983 to 2005" there is evidence that in the 1979 to 1985 period the demand for heating fuel and gasoline was declining[12]. These factors would also point to a reduction in the ambient levels of carbon monoxide at sites that traditionally record the highest annual mean concentrations.

4.2 Short-term Concentrations

4.2.1 Eight-hour Maximum Levels

The distribution of stations reporting average eight-hour readings, in the various ranges described by the National Ambient Air Quality Objectives from 1978 to 1987, are summarized in Table 8, part A. The percentage of stations meeting the eight-hour acceptable objective have remained in the 90% range. Previously, the percentage of stations meeting this standard ranged from 92% in 1978 to 86% in 1981 and 94% in 1987. The number of stations meeting the maximum acceptable level increased from 21% in 1978 to 49% in 1987 while the number of stations exceeding the tolerable level has not changed. The sites reporting a concentration in excess of 17 ppm (maximum tolerable level) in 1987 were Toronto station 60416C at 19 ppm and Edmonton station 90122R at 20 ppm.

Figure 20 shows the trend in the composite average of the 98th percentile (8-hour) concentrations at Class I Stations and All Stations. In this case All Stations show more significant changes between years with 1987 having a significantly lower composite average than 1982 and all previous years.

Table 8 Carbon Monoxide - Percentage of Stations with Readings in Various Ranges with Respect to National Ambient Air Quality Objectives (1978-1987)

Range (ppb)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) 8-hour Maximum										
0 to 5.0*	21	18	23	13	15	25	24	36	43	49
5.1 to 13**	71	63	69	73	74	71	72	58	53	45
13.1 to 17**	6	14	4	12	6	-	2	4	2	2
>17	6	4	2	5	4	2	2	2	2	4
Stations	52	51	52	52	53	51	54	55	53	54
B) 1-hour Maximum										
0 to 210*	42	39	59	46	51	59	65	73	73	77
211 to 530**	56	55	38	46	42	37	39	33	27	21
>530	6	3	8	7	4	2	2	2	-	2
Stations	52	51	52	52	53	51	54	55	55	53

* desirable level
** acceptable level
*** tolerable level

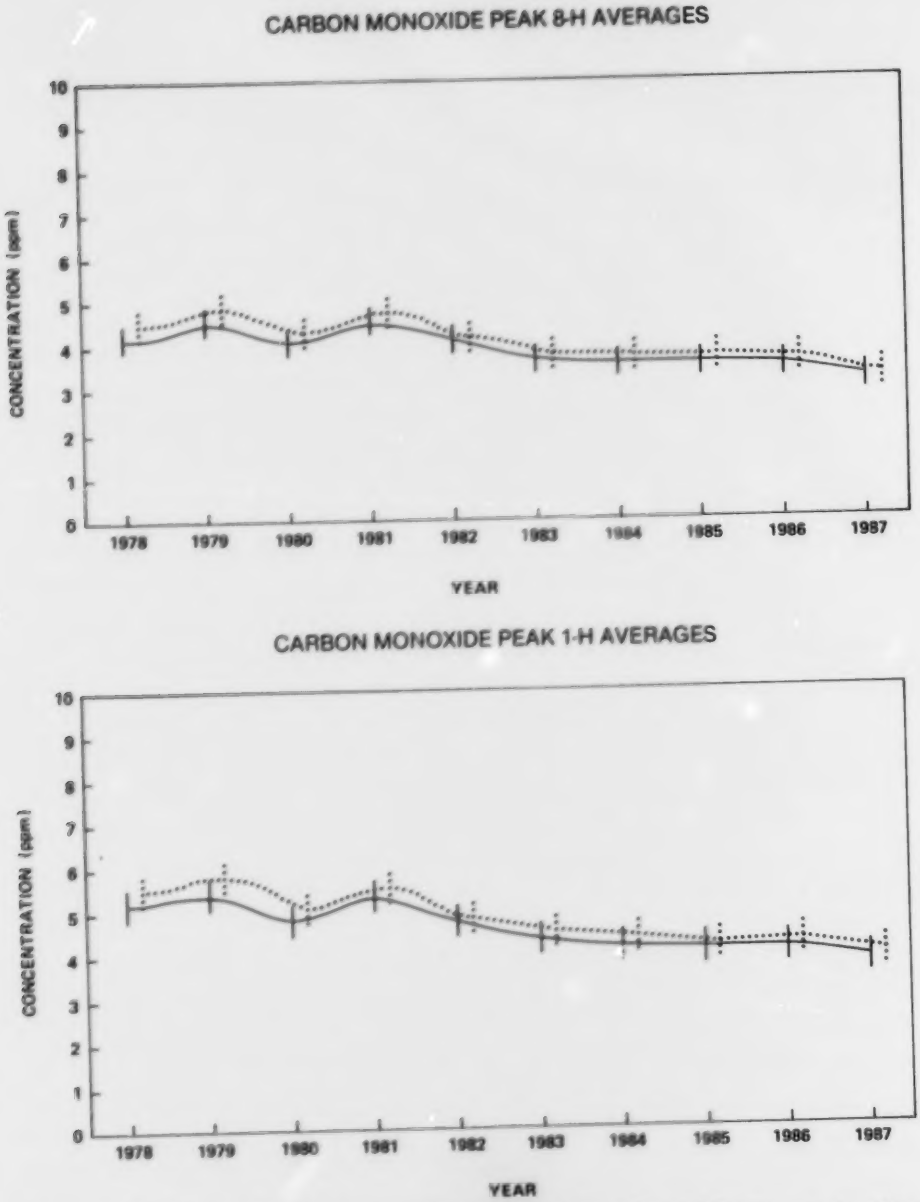


Figure 20 Composite Averages of Peak Carbon Monoxide Concentrations with 95% Confidence Limits for Class I (...) and All Stations (—), 1978-1987

4.2.2 One-hour Maximum Levels

The number of stations reporting readings over the one-hour maximum desirable carbon monoxide level of 13 ppm have been decreasing over the years, with a rather sharp decrease occurring in 1980 and for the past two years (Table 8, part B). The number of stations with readings exceeding the maximum acceptable level have stabilized at 2% for the last five years from a high of 8% in 1980. Readings in excess of the maximum acceptable one-hour and eight-hour levels occurred at only one Toronto site in 1985, Station 60416C.

Figure 20 shows the trend in the composite average of the one-hour 98th percentile concentrations. Again the All Stations plot demonstrates more significant differences with 1987 levels being significantly lower than 1982 levels and those from previous years.

Section 5

Ozone

Ozone is the principal species of several oxidizing gasses known collectively as total oxidants. Atmospheric or ground level ozone is a secondary pollutant in that it is not emitted directly from a source. Instead ozone is formed as a result of a series of photochemical reactions in the air that are energized by temperature and sunlight in a stagnant air mass. These conditions occur most frequently from late spring to early fall in most of the country.

Figure 21 displays the 1985 annual emission of VOC's by province and by source categories.

(1) The transportation category is the most prominent source of VOC contributing about one half of national emissions (Figure 21). The principal sources of VOC's in the transportation category are cars, trucks and other gasoline powered vehicles. (2) In the "other" category the most important sources are the gasoline distribution system, application of surface coatings (paints), general solvent use and dry cleaning. (3) Most of the industrial emissions come from petrochemical plants, plastic manufacturing and refineries. (4) For the fuel combustion category emissions the two most important sources are fuelwood and industrial fuel combustion.

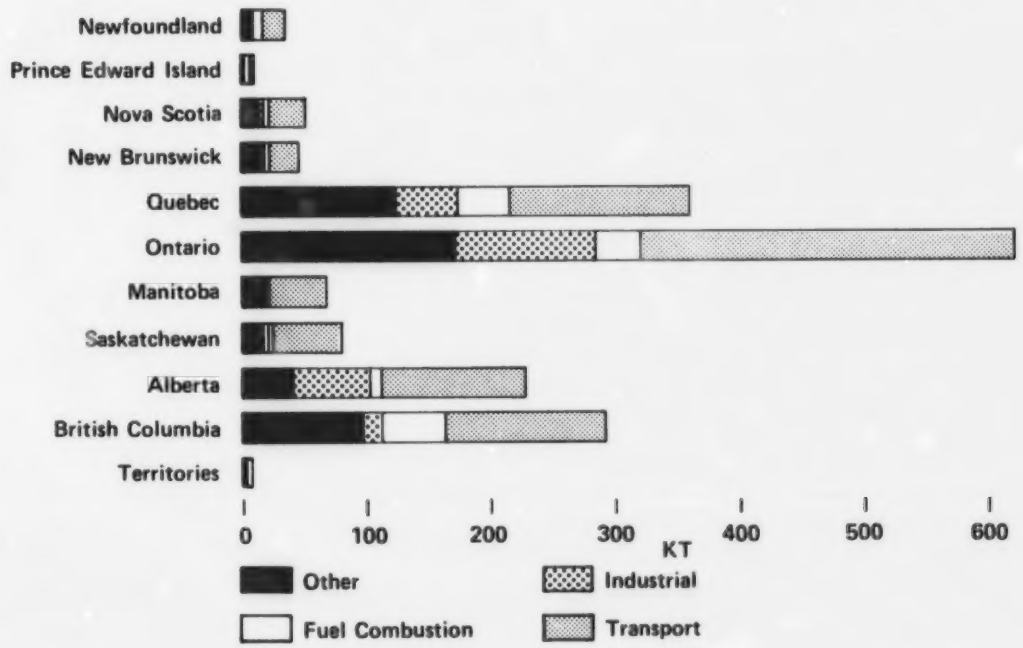


Figure 21 Emissions of Volatile Organic Compounds by Source Category and by Province (x 10^3 tonnes), 1985

According to the 1985 Inventory on Emissions of Common Air Contaminants Summary Table [10], fuel production, distribution and combustion accounts for well over half of the VOC's emitted annually in Canada and a quarter of nitrogen oxides. Ozone monitors were first installed in the NAPS network in 1973 (Figure 1). Data for the 1973 to 1974 period were presented in an earlier report [1]. With the absence of a common calibration procedure for ozone monitors across the NAPS network, it was found that the data was unreliable. In order to avoid assessments based on unreliable data, it was decided to delay the interpretation of ozone data until all questions of methodology were resolved. The ozone measurements made throughout the network after 1978 are reliable and consistent.

Figure 22 depicts averages of peak ozone levels for selected cities across Canada. The data set for six of the sixteen cities used for this analysis was incomplete therefore an average level was estimated with no range shown.

5.1 Annual Means

Annual ozone concentrations for the 1979 to 1987 period are presented in Figure 23. The composite average of ozone annual means for the NAPS network in 1987 was 16 ppb. Mean values for individual stations ranged from 4 ppb in Vancouver 00112C to 30 ppb in Fall River, N.S. 30601R. Most station annual means in southern Ontario were in the 10 ppb to 24 ppb range. The number of stations indicating changes in annual mean ozone concentrations during the 1979 to 1987 period are listed in the Appendix. Stations with valid annual mean data for pairs of consecutive years were used in this analysis.

This analysis shows that more than half of the ozone sites do not change appreciably in any one year. In years when an increase in the number and severity of ozone episodes (days with ozone levels exceeding acceptable objective) was observed, only a third of the network stations registered an increase in the annual mean of more then one part per billion. The years 1983 and 1987 are an example of this phenomenon which is partially explained by meteorological conditions in certain parts of the country that favored ozone formation. The stability in the ozone annual mean statistic would suggest that levels at the cleaner sites (background) have not changed significantly during the analysis period (Figure 23).

The maximum acceptable annual mean level (NAAQO) for ozone is 15 ppb. As shown in Table 9, Part A, less than half of the monitoring sites met this objective. The sites exceeding this level were distributed across the network but were particularly dominant in southern Ontario. Over the past nine years the percentage of stations that have recorded readings which exceed the acceptable level are increasing to beyond the 60% range. A report on global climate changes produced at the Goddard Institute for Space Studies, New York* observed that the surface air temperature for the first seven years of the 1980's has shown measurable warming. A graph showing Annual Mean Global Temperature Change indicates peaks for 1980, 1983 and 1987 that correspond to a higher frequency of ozone episodes*. In fact the value for 1987 may not be a peak since preliminary ozone data for 1988 both in Canada and the

* "Global Climate Changes as Forecast by Goddard Institute for Space Studies, Three Dimensional Model", JGR, 93(8): 9341-9364, Aug. 20, 1988.

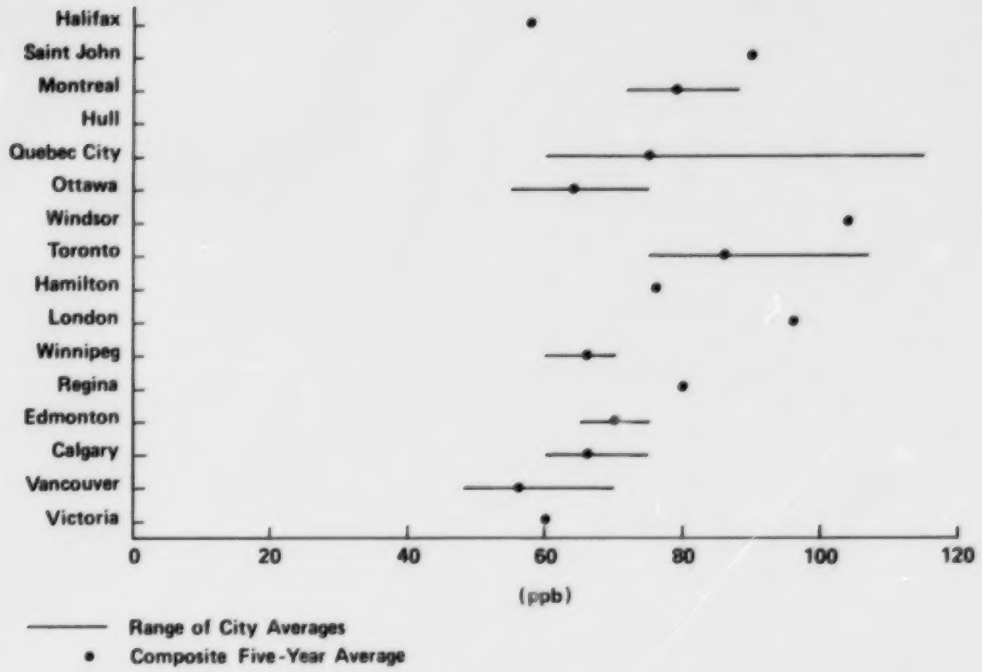


Figure 22 Average of Peak Hourly Ozone Levels in Selected Cities (parts per billion) 1983-1987

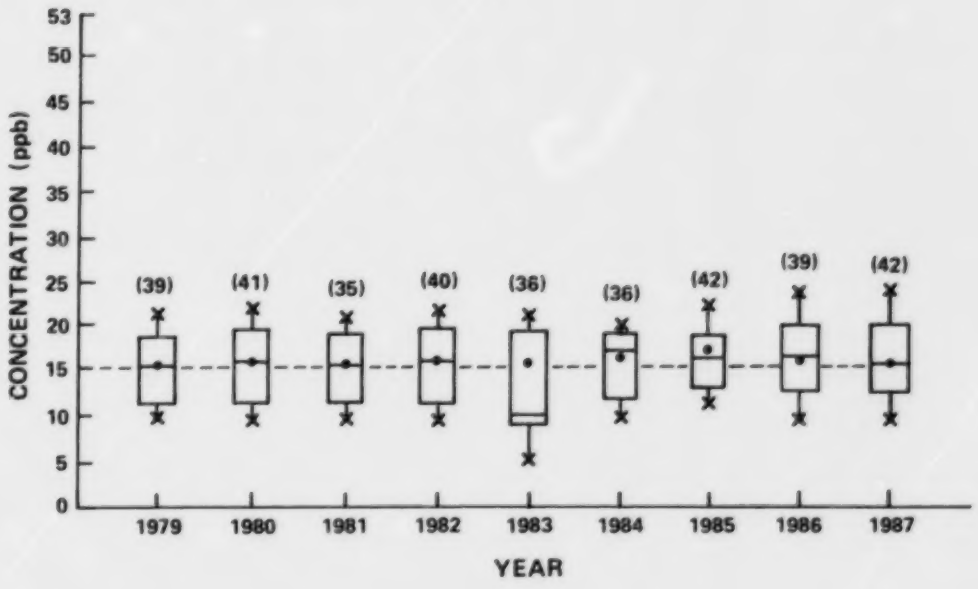


Figure 23 Ozone - Distribution of Annual Mean Data, 1979-1987

United States suggests even more incidents of high ozone levels.

5.2 One-hour Maximum Levels

A new indicator of peak one-hour ozone levels was selected for this report. The composite average of the 99.9th percentile provides more information about trends in extreme values (or ozone episodes) when the acceptable and tolerable air quality objectives are likely to be exceeded. It corresponds to the 9th highest concentration recorded at a station as compared to the 120th highest value for the 98th percentile. This indicator is more sensitive to yearly fluctuations in weather conditions. Cities that exceeded the NAAQO 1-h maximum acceptable level most often were found mainly in central Canada.

Figure 24 is a geographical presentation of the average number of days per year exceeding the hourly ozone air quality acceptable objective (NAAQO). From this figure it can be seen that four cities average more than ten days in the year, and nine more cities average five or more days when the acceptable level is exceeded for an hour or more. This is significant because most of the ozone damage occurs when the objectives are exceeded for an hour or more. The air quality objectives for ozone can found in Table 2, while Table 3 lists some of the adverse effects on vegetation and human health for the hourly objective.

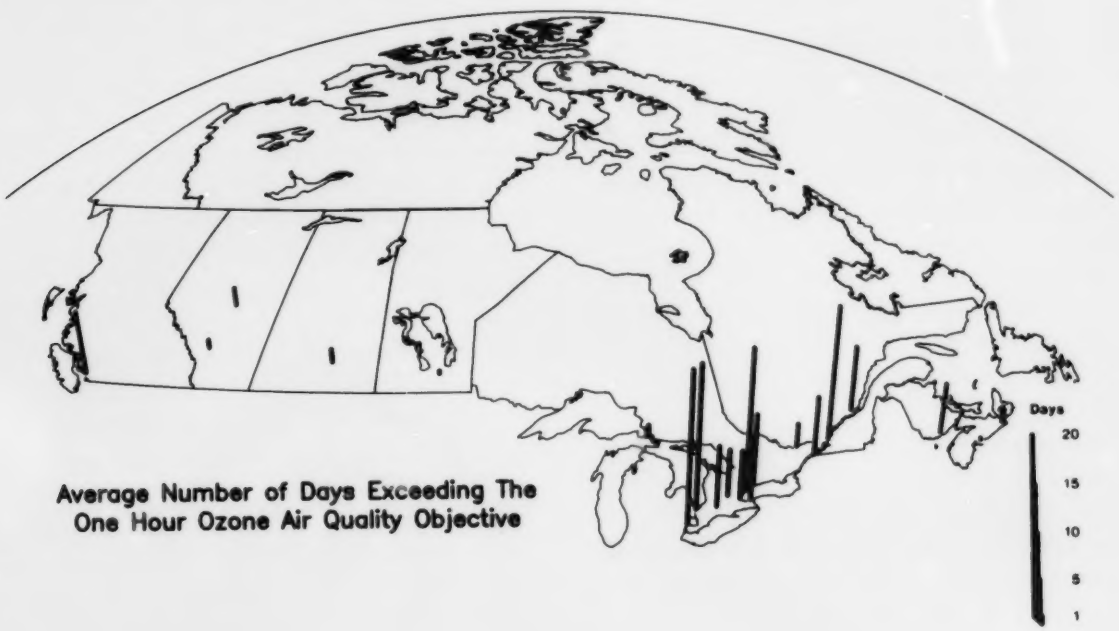


Figure 24 Average Number of Days Per Year Exceeding the Hourly Ozone Air Quality Acceptable Objective, 1982-1986

Source: 1981 Census of Canada

Maps produced by the Geocartographics Subdivision and the Environmental Statistics Unit, Statistics Canada, 1988.

Table 9 Ozone - Percentage of Stations with Readings in Various Ranges with Respect to National Ambient Air Quality Objectives (1979-1987)

Range (ppb)	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) Annual Means									
0 to 15**	50	46	54	45	39	41	40	31	43
>15	50	54	46	55	61	59	60	69	57
No. of Stations	38	41	35	40	36	34	41	39	42
B) 1-hour Maximum									
0 to 50*	2	4	6	4	--	4	4	13	13
51 to 80*	16	22	26	25	34	40	45	39	32
81 to 150***	62	68	58	69	58	52	47	46	52
>150	20	6	10	2	8	4	4	1	3
No. of Stations	45	50	50	49	50	52	51	56	60

* maximum desirable
** maximum acceptable
*** maximum tolerable

Table 9, part B, shows the percentage distribution of network stations according to the NAAQO hourly desirable, acceptable and tolerable objective ranges. In the past four years almost half of the stations exceeded the maximum acceptable hourly objective level at least once while the number of stations meeting the desirable level peaked at 13% for the last two years of the analysis period. By contrast only 2% of the stations were able to meet the hourly desirable level in 1979.

The maximum tolerable objective was exceeded from a high of nine sites in 1979 to a single site in 1986. In the 1983 to 1987 period the tolerable objective was exceeded at the following cities: Montreal (1983, 1984, 1985), Toronto (1983), Oshawa (1983), Vancouver (1983), St. John (1984), Quebec (1985), Halifax (1986), Sarnia (1987) and Oakville (1987).

The trend in the peak hourly composite averages from 1979 to 1987 indicates a 20% decline, and linear regression analysis (table 4) demonstrates that this change is significant (99.9%). This trend is disrupted by higher values in 1983 and 1987 with a more frequent incidence of days with high ozone levels at eastern sites (Figure 24).

The comparison of year to year changes in peak ozone levels can be seen in Figure 25 (Tukey's test). It is evident that 1986 represents the lowest composite average value (1979 to 1987) and that 1987 is slightly higher. However, the ozone levels for both years are significantly (95%) lower than 1983, 1980 and 1979 respectively. For most years, the Class I average levels are below those for All Stations. This is likely due to higher nitrogen oxide (and hence scavenging) levels at downtown monitoring

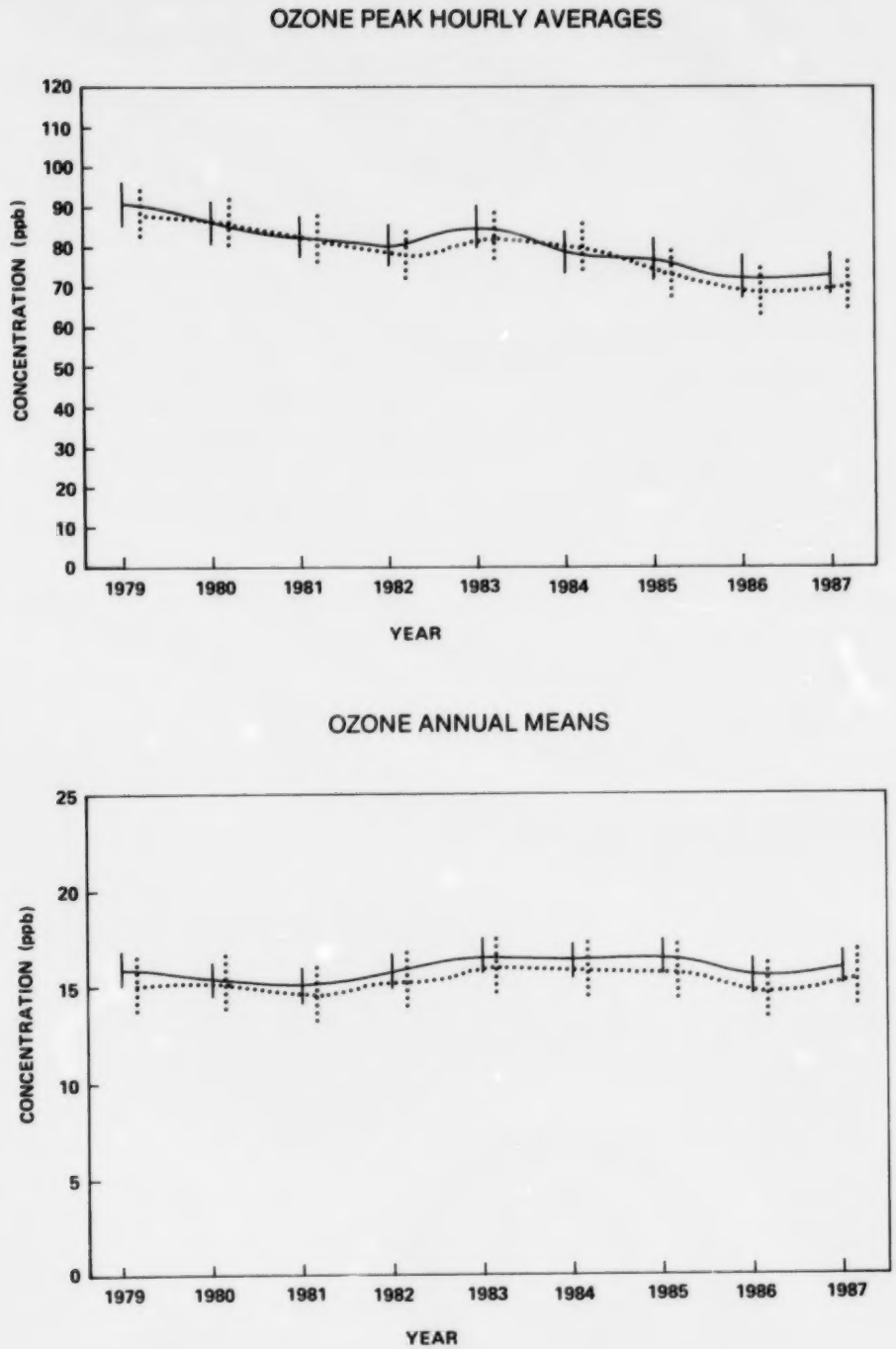


Figure 25 Trends in Ozone Annual Mean and Peak Hourly Concentrations for All Stations and Class I Stations, 1979-1987

sites where the Class I stations are located. It is interesting to note that the plot of peak hourly averages shows significant changes from 1979 to 1987 (Figure 25). By contrast the plot showing annual averages does not demonstrate significant change. This analysis suggests that there has been a significant decline in the severity of ozone episodes during the analysis period.

Section 6

Suspended Particulate

Total suspended particulate (TSP) is a general term applied to a wide variety of solid or liquid particles of a size and configuration such that they remain suspended in the air. Particulates can be divided into two general size fractions; coarse and fine. The coarse fraction is composed of crystal materials while the fine fraction contains mostly soot and other combustion by-products. These combustion by-products can become involved in secondary (chemical) processes which can result in the formation of acids.

Particulate matter is the most commonly perceived form of air pollution, resulting in reduced visibility, soiling of materials and irritation of the respiratory tract. Particulate emissions from the most important man-made sources in Canada have been determined and are shown in Figure 26. The man-made sources of particulate matter arise from four main categories:

(1) Industrial emissions, accounting for 50% of the national suspended particulate matter arise from a variety of sources, including: iron ore mining and beneficiation, mining and rock quarrying operations and pulp and paper mills; (2) fuel combustion emissions, mainly from thermal power plants;

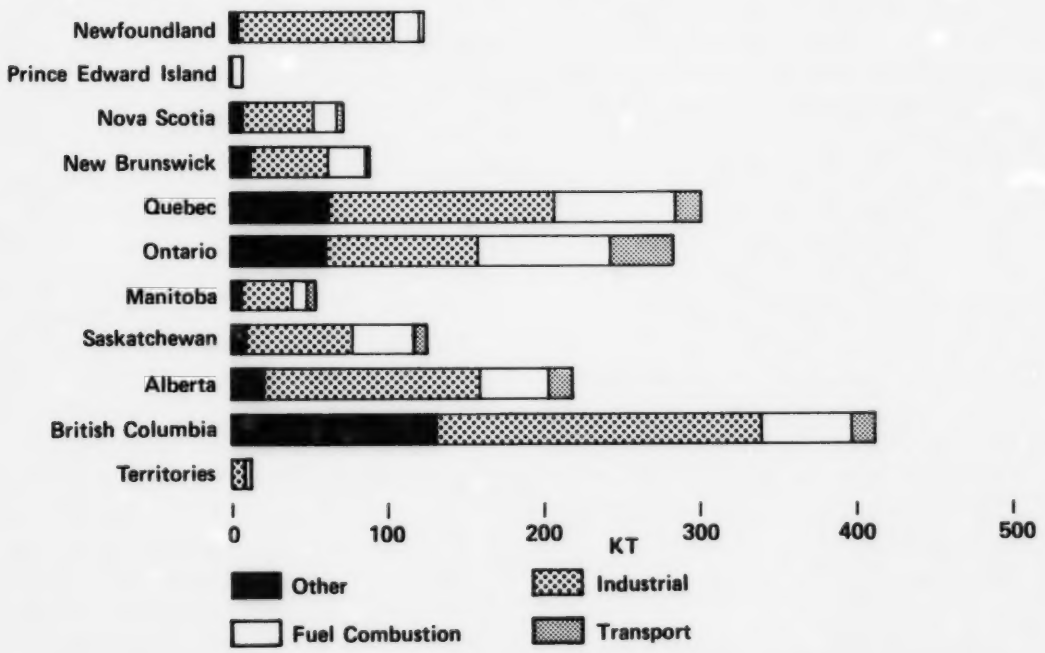


Figure 26 Emissions of Suspended Particulate Matter by Source Categories and by Province (x 10^3 tonnes), 1985

(3) transportation emissions that are chiefly produced from gasoline-powered motor vehicles; (4) other sources such as incineration and slash burning.

There are also natural sources of particulate matter that include dusting from storage piles and fields, pollens, sea spray and forest fires. Local weather conditions such as temperature, wind, precipitation and ground cover also affect particulate levels in cities; most importantly where the re-entrainment of dust from road traffic is concerned.

Figure 27 shows the five year composite averages of particulate loadings in selected cities across Canada. Most of the city averages are within the desirable range below 60 $\mu g/m^3$. The only city to exceed this level was Hamilton which registered a maximum acceptable level of 70 $\mu g/m^3$.

Suspended particulate National Ambient Air Quality Objectives are listed in Tables 2 and 3 for both the annual mean and the 24-hour average concentrations. However, given the NAPS schedule of sampling once every six days, only the annual mean was used for trend analysis[13].

6. 1 Annual Geometric Means

The composite averages of the station annual geometric means have decreased approximately 20% between 1978 and 1987, and the annual mean value for 1987 is 48.0 $\mu g/m^3$ (Figure 28 and the Appendix). The decrease in average levels can be attributed to improved conditions at the more polluted sites. It is also apparent that the 90th percentile annual averages have come down in recent years to within the desirable range. The number of stations indicating changes in annual means greater than 4 $\mu g/m^3$ from 1978 to 1987 can be found in the Appendix. These stations have valid annual mean data for pairs of consecutive years. Table E demonstrates that the higher annual mean in 1987 was the result of small increases at 42% of network sites.

The 10 year trend (Tukey's test) in the composite annual mean values for All Stations

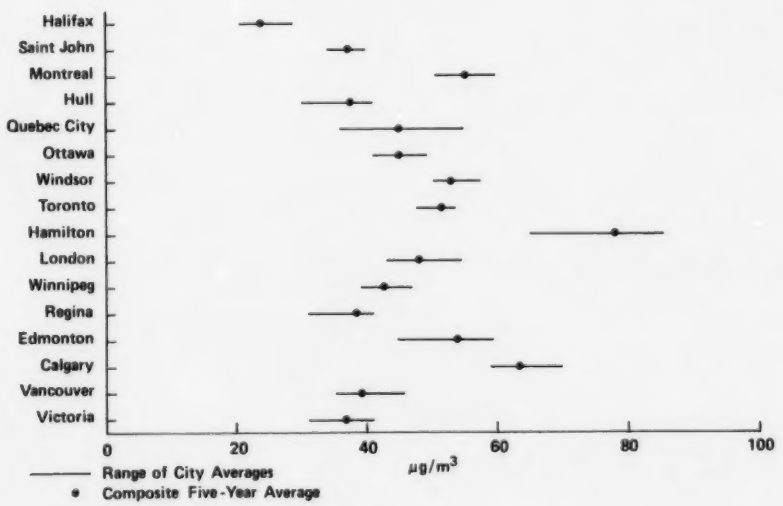


Figure 27 Total Suspended Particulate Levels in Selected Cities (micrograms per cubic metre), 1983-1987

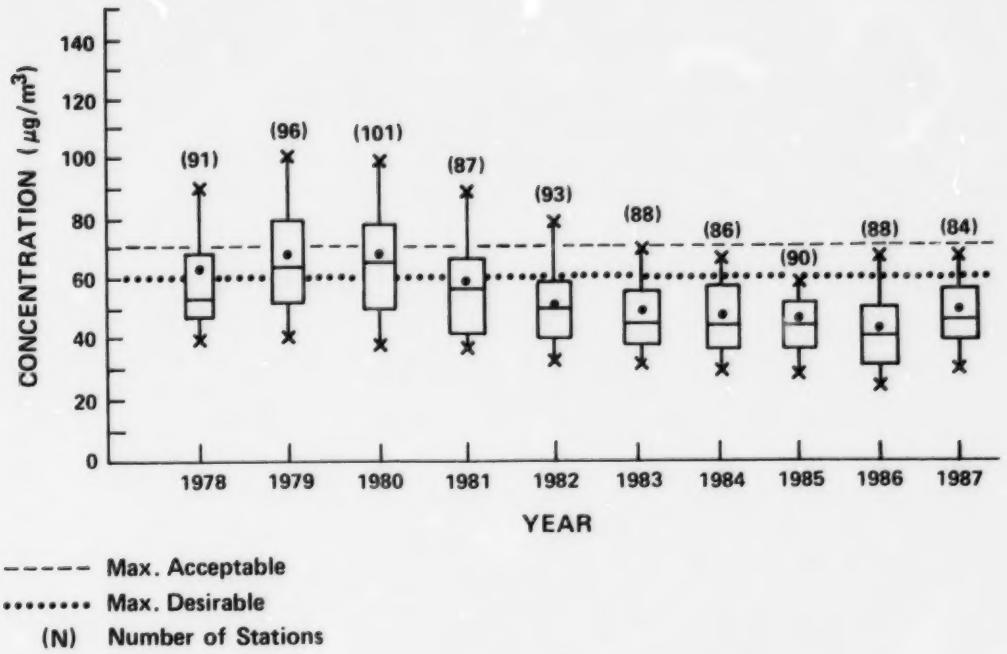


Figure 28 Suspended Particulate - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987

and Class I Stations is shown in Figure 29. While the general trends indicated by the two sets of stations are similar, the absolute values shown by the Class I stations are higher. In recent years, the agreement is such that Class I Stations alone can provide a representative sample of TSP levels.

However, since a greater number of stations are used in the analysis (Tukey's test) "All Stations" provide a better indicator of year to year change. By inspection we can see that 1985 was a significant (95% confidence) improvement over all the preceding years, while 1987, in turn represents a significant improvement over 1981 and all the years prior to it. From Figure 28, it is evident that the network annual means have been below the Annual Maximum Acceptable level (NAAQOs) since 1978.

There has been a general improvement across the country with respect to total suspended particulate levels. Within the past five years the 90th percentile annual means, representing the more polluted sites, are within the acceptable range (60-70$\mu g/m^3$) of the NAAQOs. The network annual mean levels have come down from 60 $\mu g/m^3$ to the upper 40 $\mu g/m^3$ range during the 1978 to 1987 period.

The rise in annual mean levels during the last two years of the analysis can be attributed to hot dry summers, conditions that are conducive to higher levels of wind blown dust. A comparison of station annual mean concentrations with the annual objectives (NAAQOs) is shown in Table 10.

6.2 Desirable and Acceptable Levels

Another indicator of the decrease in particulate levels is the increasing percentage of stations that meet the desirable and acceptable levels. In 1985, only 2% of the stations

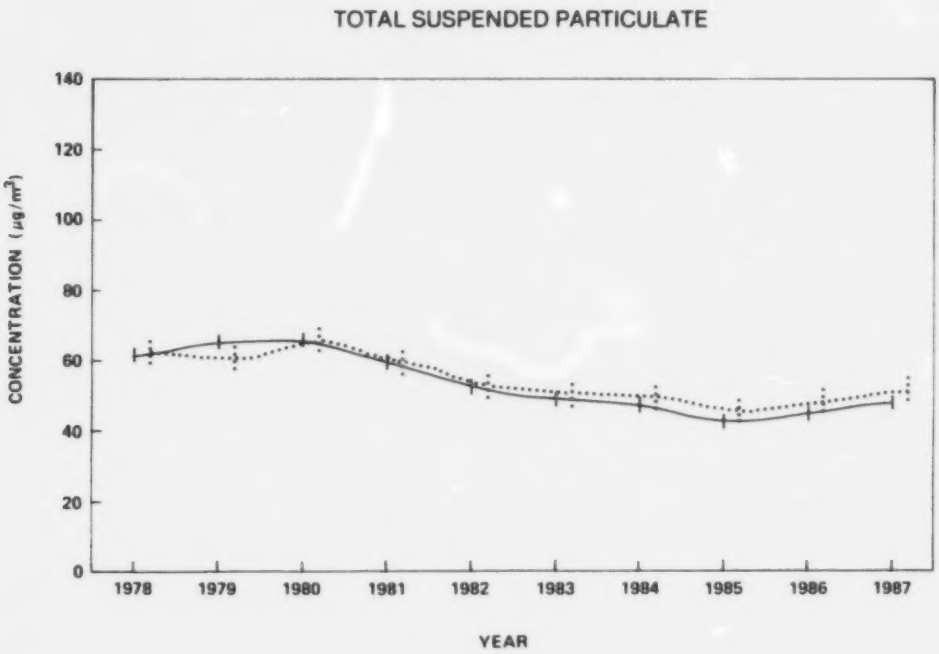


Figure 29 Trends in Suspended Particulate Annual Mean Values for All Stations (—) and Class I Stations (...) with 95% Confidence Limits, 1978-1987

Table 10 Total Suspended Particulate - Percentage of Stations in Various Ranges with Respect to the National Ambient Air Quality Objectives, 1978-1987

Range $\mu g/m^3$	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Annual Geometric Means										
0 to 60*	56	48	44	61	80	81	79	92	88	83
61 to 70**	17	18	22	21	8	9	12	6	4	9
>71	27	34	34	18	12	10	9	2	8	8
Stations	95	95	101	87	93	88	86	88	88	85

* desirable level
** acceptable level

exceeded the maximum acceptable TSP levels of 70 $\mu g/m^3$. Although the percentage of stations exceeding this standard increased to 8% by 1987, the results are still notably better than the 1979 to 1980 period when 34% of the stations failed to meet the maximum acceptable TSP objective. Similarly, the percentage of stations with annual means within the maximum desirable objective of 60 $\mu g/m^3$ increased from a low of 44% in 1980 to over 80% in 1986 and 1987.

Stations reporting the highest annual means in 1987 were: Hamilton station 60503I, 77 $\mu g/m^3$; Montreal station 50109C, 106 $\mu g/m^3$; Calgary station 90204C, 85 $\mu g/m^3$. Other cities with stations reporting annual mean values in excess of the maximum desirable level of 60$\mu g/m^3$ were: Prince George, Vancouver, Edmonton, Kitchener, London, Toronto, and Windsor. Elevated total suspended particulate levels are usually associated with sites that are near a major traffic artery, heavy industry or near a construction site.

Section 7

Lead

Lead is a heavy metal that may be hazardous to humans if it is ingested or inhaled; this fact has been recognized for a long time. It is particularly harmful to children under 10 years of age. Lead and lead compounds are present in the ambient air as a component of total suspended particulate (TSP) matter. The concentration of lead is determined by the analysis of filters used for TSP sampling.

Figure 30 shows lead emissions from four source categories by province for 1987. Clearly the industrial category is the major contributor of lead emissions to the environment. However, an Environment Canada report[14] shows a strong positive correlation between the transportation category lead emissions and measured ambient lead particulate levels. The sources of lead in Canada from various economic sectors such as mining, milling and smelting are found in an Environment Canada report on the inventory of lead emissions[15]. As of 1987, vehicle emissions accounted for about a third of national lead emissions. This is a substantial reduction from the 63% share of national lead emissions contributed by this sector in 1982. This trend is expected to continue as leaded gasoline additives are phased out.

Figure 31 shows lead levels in selected cities for the past five years. In most cases, current levels are at the lower end of the ranges indicated for the city five year averages. In

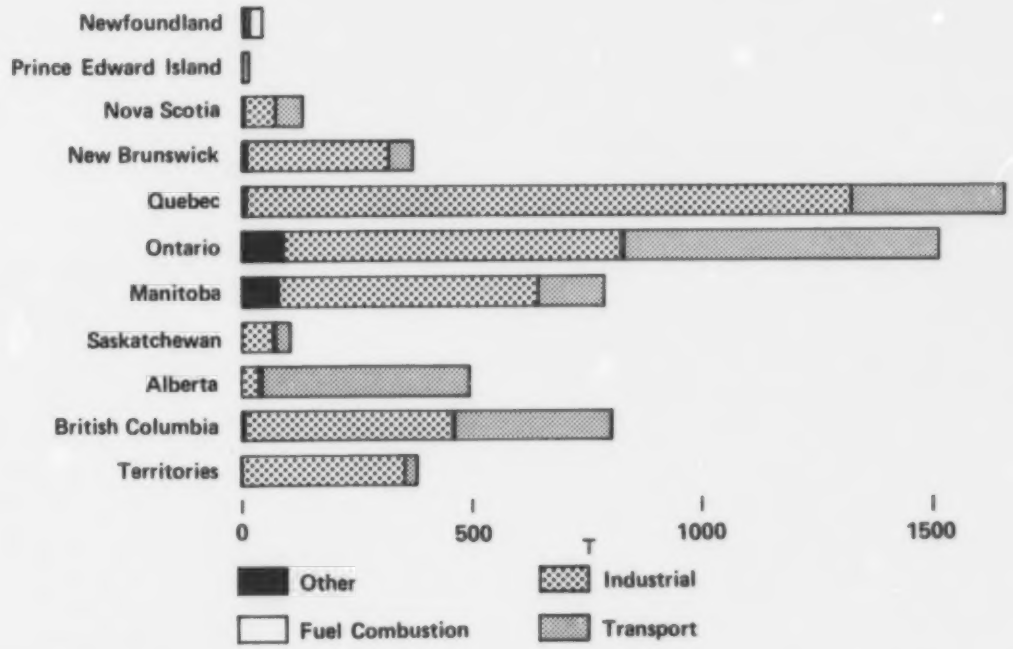


Figure 30 National Emissions of Lead by Source Category and by Province 1987 (tonnes)

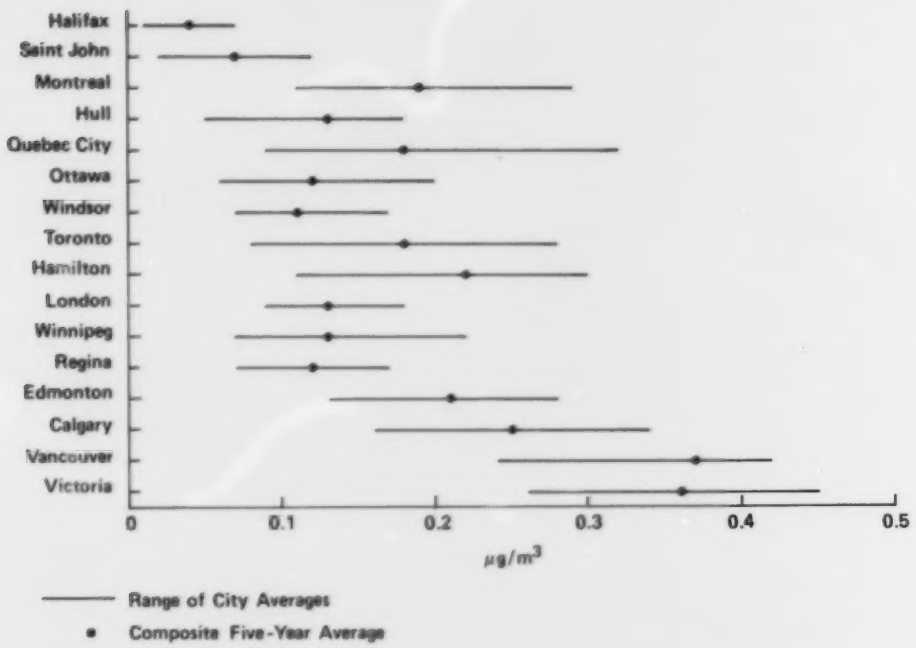


Figure 31 Annual Average Lead Levels in Selected Cities ($\mu g/m^3$), 1983-1987

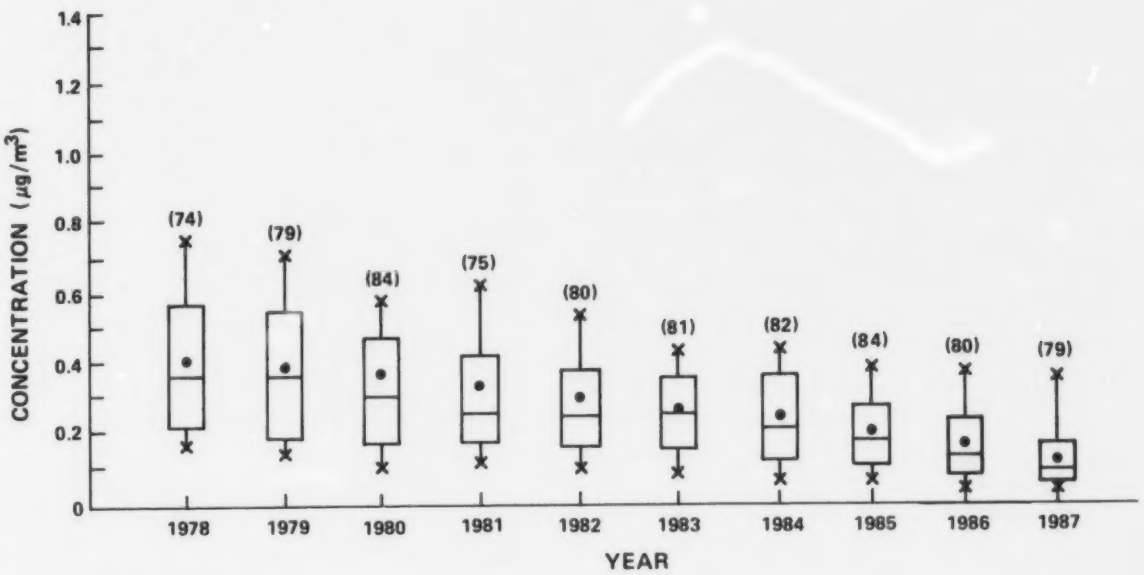
Western Canada, the "older"* vehicle fleet would account for a greater use of leaded fuels. Table I, Appendix, shows dramatic decreases in lead levels at sites that measured the highest lead levels in the past. Also, noteworthy is the fact that the average and maximum levels in Central and Eastern Canada have come down 70% since 1983, while the decrease in lead levels for Western Canada was about 50% for the same period.

The composite average of the network annual mean lead concentrations decreased by about 76% between 1978 and 1987 (see Appendix and Figure 32). In fact, the annual average has come down 45% since 1985. Stations in more polluted areas have shown consistent improvement as indicated by the decrease in the 90th percentile concentration. The number of stations for which valid annual mean data are available for pairs of consecutive years are listed in the Appendix. Stations showing decreases of greater than 0.04 $\mu g/m^3$ outnumbered stations showing no change, and these account for 52% of all lead monitoring sites.

Composite average annual mean lead concentrations measured at selected stations (valid data for 7 to 10 years) in the NAPS network are shown in Figure 33. Class I Stations show higher levels than do All Stations, which is consistent with the fact that Class I Stations tend to be located in

---

* The term "older" refers to the fact that cars tend to last longer in western Canada. It is estimated that 25% of the cars on the road in British Columbia are older than 10 years. By contrast only 7% of the cars in Eastern Canada are older than 10 years. Older cars also have higher emission rates of NO_x, HC and CO.



(N) Number of Stations

Figure 32 Lead - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987

downtown (central urban) areas where traffic density and lead levels are expected to be higher. The data indicate a convergence of the average levels measured by the two sets of stations, but the Class I average continues to be somewhat higher than the overall average from 1978 to 1987. In Figure 33 the long-term change using Tukey's test is presented for All Stations (network) and there appears to be a significant decrease every few years. The most recent trend results indicate that 1987 is significantly lower than 1985 and all preceding years. As more and more automobiles use unleaded fuel the rate of this decreasing trend should become more pronounced as we approach background levels.

Historically the highest lead concentrations have occurred in cities. Station parameters, concentration levels, and traffic density for the highest lead sites for 1983 are compared to 1987 levels and are shown in the Appendix. Some of these stations may be near an industrial source such as a smelter or a metal remelting operation while other stations are far removed from industrial areas. However, one common feature is their proximity to high traffic density or, more specifically, to the major source of urban suspended particulate lead emissions - the gasoline-powered motor vehicle.

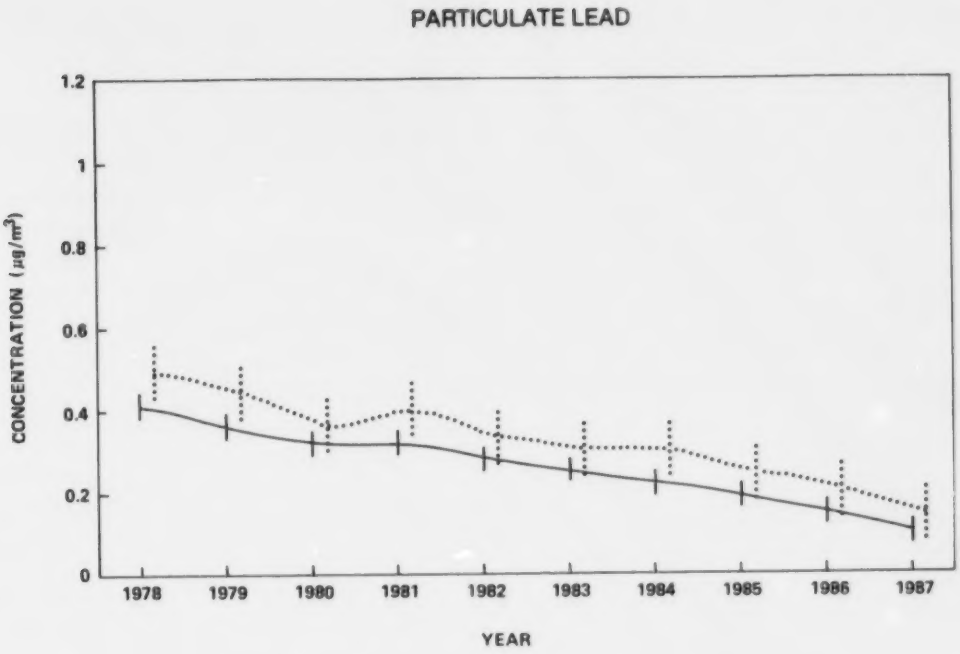


Figure 33 Trends in Lead Annual Mean Values for All Stations (—) and Class I Stations (...) with 95% Confidence Limits, 1978-1987

Section 8

Soiling Index

The soiling index is a measurement of the soiling or darkening potential of fine particulate in the atmosphere, measured in coefficient of haze (COH) units. No National Ambient Air Quality Objectives (NAAQOs) have been set for this pollutant. Likely sources of fine particulate are: fuel combustion, industrial processes, vehicle exhaust, agricultural burning and slash burning.

As shown in Figure 35 and the Appendix, the composite average of the station annual means has shown little change from 1978 to 1987. The soiling index peaked at 0.30 COH units during 1981 to 1982 but has since declined to 0.28 COH units in 1987, a change of about 6%. Reduced levels at the stations in traditionally more polluted sites accounted for most of the decrease in the average values.

Despite the small improvement in average soiling index levels, statistical analysis (linear regression) of changes for the 10 year period between 1978 to 1987 indicates a significant decrease in COH levels at 95% confidence.

Average levels of COH for selected cities are shown in Figure 34. Apart from three cities in southern Ontario, all five year averages fall within the 0.3 COH range. The Appendix presents changes in stations for which annual mean data from COH monitoring sites are available for pairs of consecutive years. The number of stations measuring the

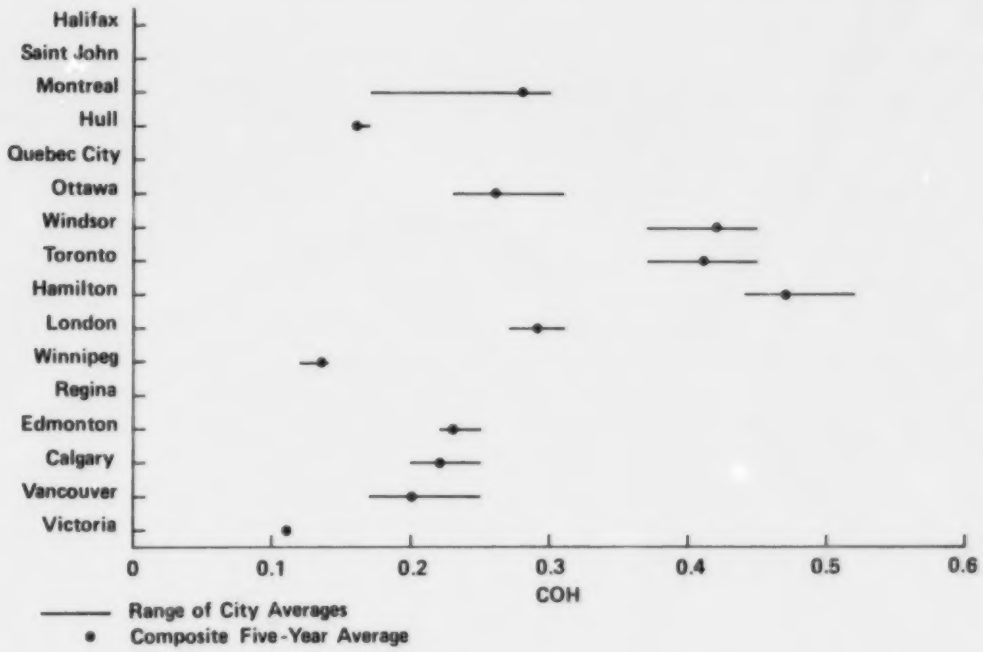


Figure 34 Coefficient of Haze Average Levels in Selected Cities in Canada

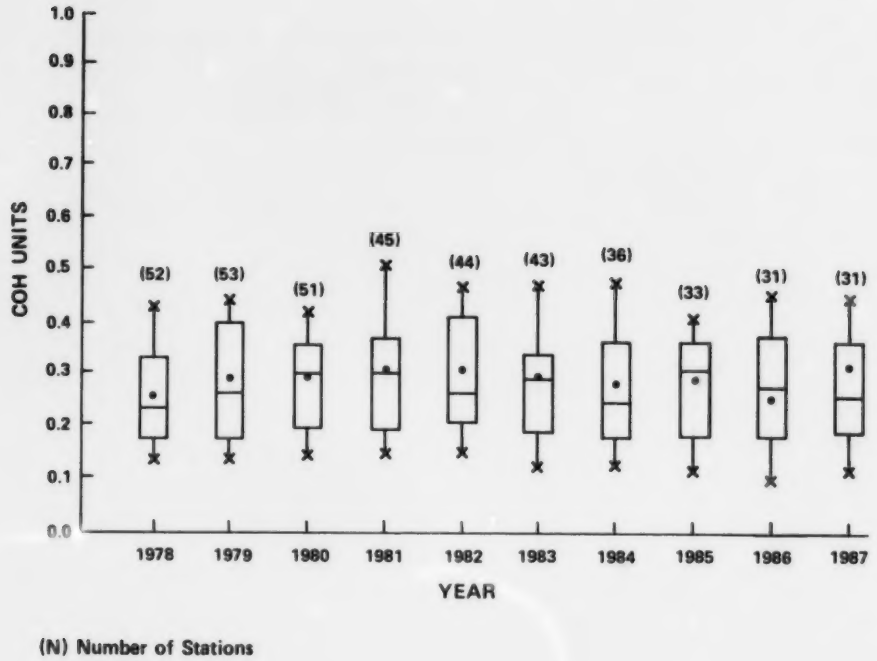


Figure 35 Soiling Index - Distribution of Station Annual Mean Data, 1978-1987

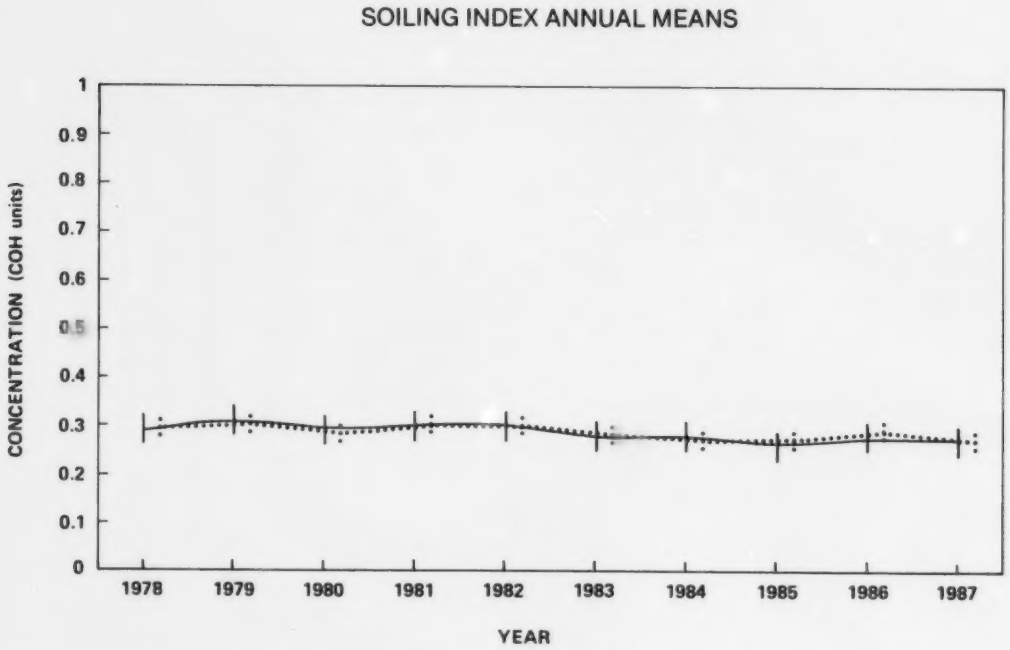


Figure 36 Trend in Soiling Index Annual Mean Values for All Stations (—) and Class I Stations (...) with 95% Confidence Limits, 1978-1987

soiling index have declined steadily from 53 sites in 1978 to 23 in 1987.

Long-term changes using Tukey's test in average annual mean soiling index values for Class I stations and for all NAPS network stations are shown in Figure 36. The trend lines for Class I Stations and All Stations almost coincide. However, the Class I Stations tend to have slightly higher index values than the All Stations do for the last few years; this is consistent with their central urban locations. The results of Tukey's test for All Stations do not indicate significant (95% confidence) changes in the levels of COH between 1978 and 1987, as all the confidence limits overlap.

The previously reported occurrence of higher soiling index values for stations in such cities as Montreal, Toronto, Hamilton, Windsor and Vancouver continues[2]. The Barton and Sanford station 60501C in Hamilton reported the highest annual mean in 1987 (0.55 COH units).

References

1. Nicholl, C.S. and P.J. Choquette, Ambient Air Quality 1970-74, A Statistical Analysis", Air Pollution Control Directorate, Environment Canada, EPS 5-AP-76-14, February, 1977.

2. Souchen, P., "National Air Quality Trends 1970-77", Air Pollution Control Directorate, Environment Canada, EPS 5-AP-78-27, April, 1979.

3. "Urban Air Quality Trends in Canada 1970-79", Environmental Protection Service Report EPS 5-AP-81-14, Environment Canada, 1981.

4. Furmanczyk, T., "National Urban Air Quality Trends (1974-81)", Report EPS 7/AP/14, Environment Canada (1984).

5. Environment Canada, "National Urban Air Quality Trends 1974 to 1983", EPS 7/UP/1 (1986).

6. Environment Canada, "National Urban Air Quality Trends 1974 to 1985", EPS 7/UP/2 (May, 1987).

7. National Air Pollution Surveillance, Annual Summaries, 1974 to 1985, Surveillance reports, Air Pollution Control Directorate, Environment Canada.

8. "Criteria for National Air Quality Objectives", a report by the Sub-Committee on Air Quality Objectives, Federal-Provincial Committee on Air Pollution (November, 1976).

9. Pollack, Allison K., "Analysis of Variance Applied to National Ozone Air Quality Trends", Systems Applications Inc., San RaFael, California

10. Environment Canada, "1985 Canadian Emissions Inventory of Common Air Contaminants", draft report (June, 1989).

11. Environment Canada, "Light Duty Vechicle Emissions and the Oxidants Issue in Canada", EPS 2/TS/3 (May, 1984).

12. National Energy Board, "Canadian Energy Supply and Demand 1983-2005", Summary Report (September, 1984).

13. U.S. Environmental Protection Agency, "Intra-Agency Task Force Report on Air Quality Indicators", EPA-450/4-81-015 (February, 1981).

14. U.S. Environmental Protection Agency (1987), "National Air Quality and Emissions Trends Report, EPA-450/4-89-001 (1989).

15. Jaques, A.J., "National Inventory of Sources and Releases of Lead (1982)", Environment Canada Report EPS 5/HA/3 (September, 1985).

Bibliography

Byrkit, Donald R., Elements of Statistics (2nd Edition), published by D. Van Nostrand Co., Library of Congress Cat. Card No 74-25312; ISBN: 0-442-21413-8 (1972).

Dann, T. "Canadian Urban Monitoring Programs for Ozone Nitrogen Oxides and Volatile Organic Compounds", Proceedings (final program) Seminar on the Contemporary Oxidant Problem (February, 1989).

Environment Canada, "Status Report on Compliance with Secondary Lead Smelter Regulations, 1984", Report EPS 1/MM/1 (June, 1985).

Environment Canada, "Ambient Air Particulate Lead Concentrations in Canada 1975-1983", EPS 7/AP/15 (September, 1985).

Environment Canada, "Emissions and Trends of Common Air Contaminants in Canada (1970-1980, Report EPS 7/AP/17 (September, 1986).

Hilborn, J., and Still, M., "Draft Report on Air Pollution for the State of Environment report Series (June, 1989).

Jaques, A.J., Update of "Sources and Releases of Lead 1987", Unpublished data.

A Nationwide Inventory of Anthropogenic Sources and Emissions of Primary Fine Particulate Matter, Supply and Services Canada Contract No. 055 80-00133.

UNEP/WHO, "Assessment of Urban Air Quality Worldwide", draft report (September, 1988).

U.S. Environmental Protection Agency, "Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems", EPA 600/9-76-005 (December, 1984).

APPENDIX

SUMMARY DATA - NATIONAL URBAN AIR QUALITY TRENDS 1978-1987

Table A **Sulphur Dioxide - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1978-1987)**

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1978-79	14	7	38	59
1979-80	15	16	35	66
1980-81	11	5	25	41
1981-82	15	9	19	43
1982-83	19	5	25	49
1983-84	13	5	25	43
1984-85	14	3	28	45
1985-86	9	6	24	39
1986-87	7	3	29	39

* includes differences greater than 1.0 ppb to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table B **Nitrogen Dioxide - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1978-1987)**

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1978-79	12	4	7	23
1979-80	15	6	10	31
1980-81	8	9	17	31
1981-82	9	9	13	31
1982-83	14	1	15	30
1983-84	3	12	13	28
1984-85	10	8	18	36
1985-86	5	10	17	32
1986-87	6	7	16	29

* includes stations having differences of 1.0 ppb to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table C Carbon Monoxide - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1978-1987)

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1978-79	9	10	13	32
1979-80	17	6	14	37
1980-81	5	8	19	32
1981-82	13	1	18	32
1982-83	11	3	21	35
1983-84	15	2	22	39
1984-85	10	4	28	42
1985-86	6	3	28	37
1986-87	8	2	24	34

* includes stations where differences were 1.0 ppb to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table D Ozone - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1979-1987)

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1979-80	10	9	15	34
1980-81	13	4	15	32
1981-82	3	12	17	32
1982-83	5	10	16	31
1983-84	6	5	15	26
1984-85	4	9	18	31
1985-86	11	5	18	34
1986-87	2	10	20	32

* includes stations with differences greater than 1.0 ppb to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table E Suspended Particulate - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1978-1987)

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1978-79	14	40	31	85
1979-80	17	34	33	84
1980-81	42	4	28	74
1981-82	43	5	22	70
1982-83	39	10	29	78
1983-84	18	14	40	72
1984-85	33	9	33	75
1985-86	14	24	39	77
1986-87	7	33	38	78

* includes stations with differences greater than 4 $\mu g/m^3$ to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table F Lead - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1978-1987)

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1978-79	28	6	22	56
1979-80	30	6	33	69
1980-81	19	10	29	58
1981-82	32	2	31	65
1982-83	27	6	33	66
1983-84	17	7	42	66
1984-85	24	7	38	69
1985-86	20	2	46	68
1986-87	34	-	31	65

* includes stations with differences greater than 0.04 $\mu g/m^3$ to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table G Soiling Index - Number of Stations Indicating Changes in Annual Mean (1978-1987)

	Number of Stations			
Period	Decrease	Increase	No change*	Total
1978-79	18	20	15	3
1979-80	21	12	9	42
1980-81	4	16	17	37
1981-82	14	12	11	37
1982-83	15	6	7	28
1983-84	11	10	8	29
1984-85	12	5	7	24
1985-86	3	12	9	24
1986-87	8	8	7	23

* includes stations with differences greater than 0.01 COH units to ensure changes are not due to monitoring instrument inaccuracies or other errors

Table H Sulphur Dioxide - A Sampling of the Highest Annual Means by City and Statio Over the Past Eleven Years

		Annual means (ppb)										
City (Station)		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Halifax	30116C	9	11	14	19	15	10	11	11	10	10	11
Quebec City	50303I	43	20	25	19	--	--	34	21	12	24	--
Shawinigan	512011	NM	26	--	15	17	12	--	12	10	23	17
Trois-Rivières	50801R	23	22	16	12	14	--	--	9	8	9	8
Arvida	50901R	--	20	15	20	20	15	16	17	9	9	8
Montreal	50104C	19	18	17	16	16	12	7	--	--	--	4
	50115C	NM	27	27	35	--	--	8	9	9	11	17
	50103R	21	28	19	--	23	20	14	10	18	13	8
Ottawa	60101C	13	15	13	11	10	11	5	9	9	--	--
Sudbury	60606C	23	13	11	13	10	8	8	10	10	9	9
	60602R	15	12	12	16	10	10	9	10	10	8	9
Sarnia	61004R	NM	17	17	13	14	12	10	9	11	8	7
Windsor	60204C	22	18	13	11	12	9	8	7	7	8	8
Cornwall	61204C	17	17	13	12	10	11	8	10	9	8	6
Hamilton	60501	23	16	17	13	10	14	14	15	9	8	9

-- insufficient data for calculation of a valid mean

Table I Monitoring Sites* with Highest Measured Lead Concentrations During 1983 to 1987

Station No.	City	Address	Annual Geometric Mean (μg/m3) (1983)	(1987)	Maximum 24-h Conc. (μg/m3) (1983)	(1987)	Sampler Height (m)	Distance to Nearest Roadway (m)	Nearest Major Roadway Volume (veh./day)
50109	Montreal	Duncan/Décarie	0.72	0.21	1.8	0.8	4	20	100 000
50601	Rouyn	Hotel de Ville	0.41	0.08	7.7	3.2	8	--	--
60403	Toronto	Evans/Arnold	0.46	0.18	1.7	0.6	2	120	150 000
60417	Toronto	Breadalbane	0.28	0.11	0.8	0.3	25	100	50 000
60501	Hamilton	Barton/Sanford	0.40	0.16	2.5	1.2	4	18	18 650
61501	Kitchener	Edna/Frederick	0.52	0.20	2.2	1.2	4.5		
90204	Calgary	316-7th Avenue	0.43	0.19	2.2	0.7	0.7	25	16 150
00104	Vancouver	27th/Ontario	0.50	0.33	1.8	1.1	18	200	10 800
00109	Vancouver	970 Burrard	0.56	0.24	1.9	1.1	4	20	21 200
00114	Vancouver	Mun. Hall (Richmond)	0.46	0.17	2.1	0.8	15	100	29 000
00117	Vancouver	BCIT Burnaby	0.51	0.24	2.2	1.4	18	200	35 000
00303	Victoria	1250 Quadra	0.45	0.26	2.3	1.1	12	18	12 000

* only NAPS stations with complete data record included

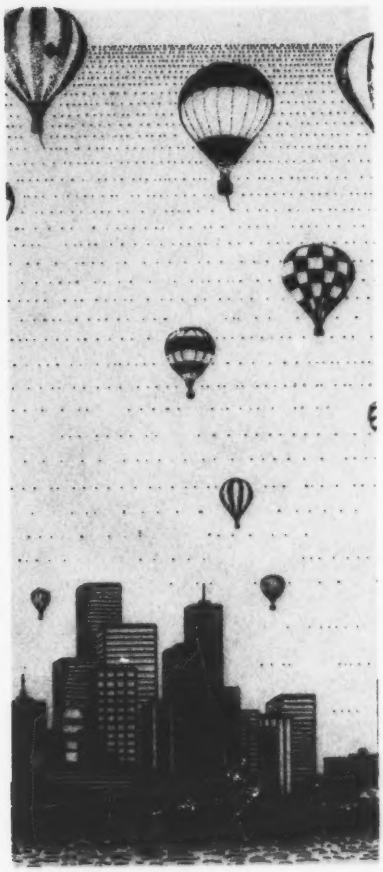
Table J Summary Data - Urban Air Quality in Canada, 1974-1987

Pollutant	Year	Number of Sites	Average of Annual Mean	Percentage of Sites with Annual Mean Lower than Given Values				
				90%	75%	50%	25%	10%
SO_2 (ppb)	1974	27	13	27	22	12	2	0
	1978	71	10	20	13	9	4	1
	1979	69	10	16	12	8	5	0
	1980	65	9	16	13	9	4	1
	1981	51	8	14	11	5	4	1
	1982	59	8	12	10	7	4	2
	1983	59	6	11	8	5	3	1
	1984	55	7	11	9	6	4	1
	1985	56	6	10	9	6	2	1
	1986	52	6	9	7	5	3	1
	1987	58	5	9	7	4	2	1
NO_2 (ppb)	1978	33	29	40	35	29	20	18
	1979	34	26	34	31	27	19	12
	1980	38	25	37	31	23	19	11
	1981	36	23	32	29	22	16	11
	1982	38	23	34	27	22	18	10
	1983	33	22	29	26	23	18	12
	1984	38	24	34	27	23	18	15
	1985	41	22	29	26	22	17	12
	1986	36	22	32	27	22	17	12
	1987	32	21	31	25	22	17	15
CO (ppm)	1974	18	2.4	5.0	3.0	2.2	1.2	0.7
	1978	40	1.5	2.8	2.0	1.3	0.8	0.5
	1979	42	1.7	3.2	2.0	1.5	1.0	0.8
	1980	43	1.5	2.8	1.8	1.4	0.9	0.6
	1981	36	1.5	2.3	1.6	1.4	0.9	0.5
	1982	41	1.3	2.2	1.9	1.2	0.9	0.5
	1983	43	1.2	2.1	1.4	1.0	0.7	0.5
	1984	49	1.1	1.8	1.3	0.9	0.5	0.5
	1985	45	1.0	1.8	1.3	0.9	0.5	0.5
	1986	39	1.0	1.7	1.3	0.8	0.5	0.3
	1987	42	1.0	1.6	1.2	0.8	0.5	0.3

Pollutant	Year	Number of Sites	Average of Annual Mean	Percentage of Sites with Annual Mean Lower than Given Values				
				90%	75%	50%	25%	10%
Ozone (ppb)	1979	39	15	20	18	15	12	10
	1980	41	16	21	20	16	12	9
	1981	35	15	20	18	15	12	10
	1982	40	16	21	19	16	13	10
	1983	36	16	21	14	10	07	05
	1984	36	16	20	19	17	12	10
	1985	42	17	23	19	16	13	11
	1986	39	16	23	20	17	13	10
	1987	42	16	23	20	16	13	9
SP ($\mu g/m^3$)	1974	59	78.6	121.0	96.0	70.0	53.0	43.0
	1978	91	61.4	92.0	68.0	53.0	44.0	36.0
	1979	96	66.0	99.0	78.0	60.0	50.0	38.0
	1980	101	67.0	99.0	77.0	64.0	50.0	40.0
	1981	87	58.6	80.0	66.0	56.0	42.0	37.0
	1982	93	51.8	77.0	58.0	49.0	39.0	33.0
	1983	88	47.6	68.0	53.0	43.0	36.0	30.0
	1984	86	46.5	66.0	56.0	42.0	33.0	28.0
	1985	90	42.9	59.0	50.0	42.0	35.0	27.0
	1986	88	43.0	67.0	50.0	40.0	32.0	26.0
	1987	84	48.0	68.0	55.0	43.0	37.0	32.0
Lead ($\mu g/m^3$)	1974	58	0.68	1.22	0.97	0.53	0.26	0.15
	1978	74	0.42	0.75	0.57	0.36	0.23	0.14
	1979	79	0.39	0.72	0.55	0.36	0.21	0.12
	1980	84	0.34	0.60	0.47	0.30	0.17	0.10
	1981	75	0.32	0.62	0.41	0.24	0.17	0.11
	1982	80	0.27	0.53	0.37	0.23	0.14	0.09
	1983	81	0.25	0.45	0.35	0.24	0.14	0.08
	1984	82	0.23	0.44	0.35	0.19	0.11	0.05
	1985	84	0.18	0.39	0.25	0.15	0.10	0.05
	1986	80	0.15	0.34	0.23	0.12	0.06	0.03
	1987	79	0.10	0.21	0.14	0.08	0.05	0.02
Soiling Index	1974	35	0.38	0.67	0.46	0.34	0.20	0.14
	1978	63	0.25	0.44	0.32	0.22	0.17	0.11
	1979	67	0.28	0.45	0.39	0.26	0.18	0.15
	1980	51	0.28	0.43	0.34	0.28	0.18	0.13
	1981	45	0.30	0.54	0.35	0.29	0.18	0.12
	1982	44	0.30	0.46	0.41	0.26	0.20	0.13
	1983	35	0.28	0.47	0.33	0.27	0.18	0.12

Pollutant	Year	Number of Sites	Average of Annual Mean	Percentage of Sites with Annual Mean Lower than Given Values				
				90%	75%	50%	25%	10%
	1984	36	0.27	0.47	0.36	0.23	0.17	0.12
	1985	33	0.28	0.41	0.36	0.30	0.17	0.10
	1986	31	0.25	0.45	0.37	0.27	0.18	0.10
	1987	31	0.28	0.44	0.36	0.25	0.18	0.11

Série de la Protection de l'environnement



Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1978 – 1987

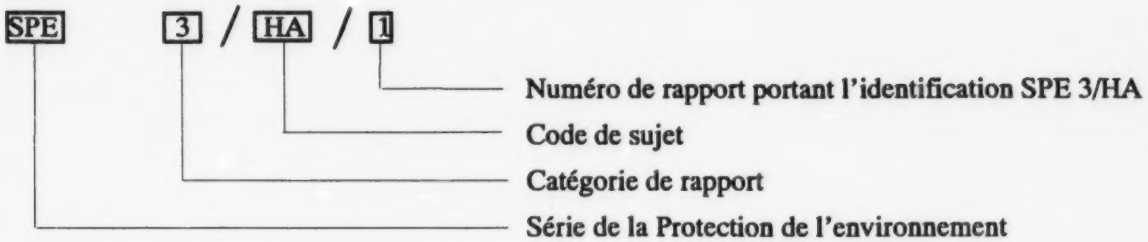
Rapport SPE 7/UP/3
Mai 1990

Canada

Environnement Canada | Environment Canada

SÉRIE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotation :



Catégories

1 Règlements/Lignes directrices/ Codes de pratiques
2 Évaluation des problèmes et options de contrôle
3 Recherche et développement technologique
4 Revues de la documentation
5 Inventaires, examens et enquêtes
6 Évaluations des impacts sociaux, économiques et environnementaux
7 Surveillance
8 Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9 Guides

Sujets

AG Agriculture
AN Technologie anaérobie
AP Polluants atmosphériques
AT Toxicité aquatique
CC Produits chimiques commerciaux
CE Consommateurs et environnement
CI Industries chimiques
FA Activités fédérales
FP Traitement des aliments
HA Déchets dangereux
IC Chimie inorganique
MA Pollution marine
MM Exploitation minière et traitement des minéraux
NR Régions du Nord et rurales
PF Papier et fibres
PG Production d'électricité
PN Pétrole et gaz naturel
RA Réfrigération et climatisation
RM Méthodes de référence
SF Traitements de surface
SP Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM Méthodes de référence normalisées
TS Systèmes de transport
TX Textiles
UP Pollution urbaine
WP Protection/préservation du bois

Des sujets et des codes additionnels sont introduits au besoin. On peut obtenir une liste des publications de la SPE en s'adressant aux Publications de la Protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0H3.

Cette publication est imprimée sur du papier contenant des rebuts recyclés.

Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1978-1987

Division de la gestion des inventaires
Direction des affaires réglementaires et de
l'intégration des programmes
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada

Rapport SPE 7/UP/3
Mai 1990

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre:

Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1978-1987

(Rapport ; SPE 7/UP/3)
Publ. en anglais sous le titre: National urban air quality trends, 1978-1987.
Comprend un résumé en anglais.
Comprend des références bibliogr.
Publié par Conservation et protection.
ISBN 0-662-96159-5
N° de cat. MAS En49-8/7-3F

1. Air -- Qualité -- Canada. 2. Air -- Pollution -- Canada -- Mesure. 3. Environnement -- Surveillance -- Canada. I. Canada. Conservation et protection. II. Canada. Environnement Canada. III. Canada. Environnement Canada. Direction des affaires réglementaires et de l'intégration des programmes. Division de la gestion des inventaires. IV. Coll.: Rapport (Canada. Environnement Canada) : SPE 7/UP/3.

TD883.7C3N3714 1990 363.73'92'0971 C90-098645-X

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue En 49-8/7-3F
ISBN 0-662-96159-5
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

Commentaires

Les personnes qui désirent faire part de leurs commentaires sur la teneur du présent rapport sont priées de les adresser à :

Frank Vena ou Tom Furmanczyk
Division de la gestion des inventaires
Direction des affaires réglementaires
et de l'intégration des programmes
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0H3

This report is also available in English under the title *National Urban Air Quality Trends - 1978 to 1987*. For copies, please contact:

Environmental Protection Publications
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0H3

Résumé

Les données sur la qualité de l'air analysées dans le présent rapport proviennent du Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), qui exploite des stations de surveillance dans la plupart des villes canadiennes de plus de 100 000 habitants. Les critères relatifs à l'état complet des données sur la qualité de l'air ont été établis avant 1974 et appliqués aux données de cette année-là. Voici les polluants pris en considération, ainsi que les dates à partir desquelles on dispose de données les concernant :

- *anhydride sulfureux, 1974*
- *dioxyde d'azote, 1977*
- *monoxyde de carbone, 1974*
- *ozone, 1979*
- *particules en suspension, 1974*
- *plomb, 1974*
- *indice d'opacité, 1974*

Dans le présent rapport, on a analysé les données de surveillance pour déterminer l'évolution des concentrations moyennes et maximales de ces polluants à l'échelle nationale, sur une base annuelle, pour les dix dernières années (1978-1987). On a aussi comparé ces données aux objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant, qui définissent trois niveaux de concentration : le maximum souhaitable, le maximum acceptable et le maximum admissible.

Les concentrations moyennes sont exprimées sous forme de moyennes arithmétiques, excepté pour les particules en suspension et le plomb, pour lesquels on a utilisé les moyennes géométriques.

Abstract

The air quality data analyzed in this report came from the National Air Pollution Surveillance (NAPS) monitoring network, which consists of air monitoring stations in most Canadian cities with populations of over 100 000. The completeness criteria for the air quality data were brought in before 1974 for the 1974 data. Data availability for each contaminant are as follows:

- *sulphur dioxide, 1974 - present*
- *nitrogen dioxide, 1977 - present*
- *carbon monoxide, 1974 - present*
- *ozone, 1979 - present*
- *suspended particulate, 1974 - present*
- *lead, 1974 - present*
- *soiling index, 1974 - present*

In this report, monitoring data have been analyzed to determine national trends in average and peak concentrations of these contaminants on an annual basis for the last ten years (1978-1987). Data have also been compared with the National Ambient Air Quality Objectives which define three levels of contaminant concentration: Maximum Desirable, Maximum Acceptable, and Maximum Tolerable.

Mean concentrations have been derived as arithmetic means for all contaminants except suspended particulate matter and particulate lead, where geometric means have been used.

Table des matières

Résumé v

Abstract vi

Liste des figures ix

Liste des tableaux xii

Sommaire xiii

Section 1
Introduction 1
1.1 Objet et portée 1
1.2 Programme de surveillance de la qualité de l'air 2
1.3 Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA) 2
1.4 Méthodes d'analyse 7
1.4.1 Teneurs en polluants dans les villes possédant des stations de la catégorie I 7
1.4.2 Test des comparaisons multiples de Tukey 8
1.4.3 Analyse de l'évolution à long terme (régression linéaire) 9
1.4.4 Analyse par diagrammes en blocs (histogrammes) 10
1.4.5 Comparaison avec les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA) 10

Section 2
L'anhydride sulfureux 12
2.1 Moyennes annuelles 12
2.2 Teneurs de courte durée 16
2.2.1 Teneurs maximales de 24 h 16
2.2.2 Teneurs maximales de 1 h 16

Section 3
Le dioxyde d'azote 18
3.1 Moyennes annuelles 18
3.2 Teneurs de courte durée 21
3.2.1 Teneurs maximales de 24 h 21
3.2.2 Teneurs maximales de 1 h 22

Section 4
Le monoxyde de carbone 24
4.1 Moyennes annuelles 24
4.2 Teneurs de courte durée 27
4.2.1 Teneurs maximales de 8 h 27
4.2.2 Teneurs maximales de 1 h 28

Section 5
L'ozone 30
5.1 Moyennes annuelles 30
5.2 Teneurs maximales de 1 h 33

Section 6
Les particules en suspension 37
6.1 Moyennes géométriques annuelles 38
6.2 Niveaux souhaitable et acceptable 41

Section 7
Le plomb 42

Section 8
L'indice d'opacité 46

Références 49

Bibliographie 50

Annexe
Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1978-1987 - Tableaux synoptiques 51

Liste des figures

1 Profil de l'expansion des instruments du RNSPA, 1974-1987 3

2 Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (mars 1987) 4

3 Représentation graphique des concentrations moyennes de polluants dans les villes 7

4 Représentation graphique conventionnelle du test des comparaisons multiples de Tukey 8

5 Représentation graphique des concentrations de polluants sur diagrammes en blocs 11

6 Anhydride sulfureux - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985 13

7 Anhydride sulfureux - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987 13

8 Anhydride sulfureux - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987 14

9 Anhydride sulfureux - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 14

10 Anhydride sulfureux - Moyennes composées des teneurs maximales aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 17

11 Oxydes d'azote - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985 19

12 Dioxyde d'azote - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987 19

13 Dioxyde d'azote - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987 20

14 Dioxyde d'azote - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 ____ 20

15 Dioxyde d'azote - Moyennes composées des teneurs maximales aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 ____ 23

16 Monoxyde de carbone - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985 ____ 25

17 Monoxyde de carbone - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987 ____ 25

18 Monoxyde de carbone - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987 ____ 26

19 Monoxyde de carbone - Évolution des moyennes anuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 ____ 26

20 Monoxyde de carbone - Moyennes composées des teneurs maximales aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 ____ 29

21 Composés organiques volatils - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985 ____ 31

22 Ozone - Moyennes des teneurs maximales de 1 h dans certaines villes, 1983-1987 ____ 31

23 Ozone - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1979-1987 ____ 32

24 Ozone - Nombre moyen de jours par année où la teneur acceptable de 1 h a été dépassée, 1982-1986 ____ 34

25 Ozone - Évolution des moyennes annuelles et des teneurs maximales de 1 h pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1979-1987 ____ 35

26 Particules en suspension - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985 ____ 37

27 Particules en suspension - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987 38

28 Particules en suspension - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987 39

29 Particules en suspension - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 39

30 Plomb - Émissions par catégorie de sources et par province, 1987 43

31 Plomb - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987 43

32 Plomb - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987 45

33 Plomb - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 45

34 Indice d'opacité - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987 47

35 Indice d'opacité - Indices annuels moyens dans certaines villes, 1983-1987 47

36 Indice d'opacité - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I, 1978-1987 48

Liste des tableaux

1 Stations de surveillance de la catégorie I du RNSPA (au 31 décembre 1987) 5

2 Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant 6

3 Les polluants et leurs effets 6

4 Analyse de régression linéaire des tendances à long terme, 1979-1987 9

5 Comparaison des relevés pour le monoxyde de carbone 11

6 Anhydride sulfureux - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987 15

7 Dioxyde d'azote - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987 21

8 Monoxyde de carbone - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987 27

9 Ozone - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1979-1987 32

10 Particules en suspension - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987 40

Sommaire

Le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA), qui est chargé de surveiller la qualité de l'air, a été amélioré à maintes reprises depuis sa création en 1970. Depuis le milieu des années 70, il est assez étendu pour qu'on puisse déterminer les variations spatiales et temporelles de la qualité de l'air des villes à la grandeur du pays. Cette qualité est définie en fonction des objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA), qui comportent trois niveaux : le maximum souhaitable, le maximum acceptable et le maximum admissible. Le maximum de pollution «acceptable» est fixé de façon à protéger la santé humaine ainsi que le milieu dans son ensemble, y compris les animaux, les végétaux, les eaux, les sols et l'air.

La surveillance courante de l'atmosphère urbaine de 1974 à 1987 a permis de constater des améliorations considérables de la qualité de l'air, comme on peut le constater à l'examen des tableaux S1 et S2.

Tableau S1 Sommaire des sept polluants mesurés par le RNSPA

Polluant	Teneur moyenne en 1987	Taux de réduction (%) 1978-1987	Taux de réduction (%) 1974-1987
Anhydride sulfureux	5 ppb	50	61
Dioxyde d'azote	21 ppb	27	29
Monoxyde de carbone	1 ppm	33	58
Ozone	16 ppb	pas de changement	ND
Particules en suspension	48 $\mu g/m^3$	22	40
Plomb	0,1 $\mu g/m^3$	76	85
Indice d'opacité	0,28 COH	pas de changement	26

ND - Non disponible pour 1974.

Tableau S2 Taux de conformité aux objectifs (maximum acceptable) en 1974 et en 1987 (%)

Polluant	Objectif annuel 1974	1987	Objectif de 1 h 1974	1987	Objectif de 8 h 1974	1987	Objectif de 24 h 1974	1987
Anhydride sulfureux	82	100	87	93	-	-	85	97
Dioxyde d'azote*	96	100	86	100	-	-	84	100
Monoxyde de carbone	-	-	97	100	71	94	-	-
Ozone*	50	43	18	45	-	-	-	-
Particules en suspension	51	98	-	-	-	-	s/o	s/o

- Pas d'objectif.
* Les taux de conformité sont établis par rapport à 1977 et 1979 respectivement pour le dioxyde d'azote et l'ozone.

Il convient de noter que les teneurs en ozone présentées dans les tableaux S1 et S2 proviennent de relevés effectués au niveau du sol. On les a utilisées pour évaluer les effets nocifs de l'ozone sur la santé humaine et la végétation. Toutefois, il n'est pas question dans le présent rapport de la couche d'ozone stratosphérique, située à des kilomètres au-dessus de la terre, qui filtre les rayons ultraviolets nuisibles du soleil.

Le présent rapport fait en outre appel à des techniques d'analyse des données permettant d'évaluer la signification des variations des teneurs maximales moyennes et de crête en polluants. Ainsi, les teneurs moyennes en anhydride sulfureux, en dioxyde d'azote, en monoxyde de carbone, en plomb et en particules en suspension ont baissé de façon significative de 1978 à 1987 (au niveau de confiance de 99 %). On a constaté une baisse similaire de l'indice d'opacité (au niveau de confiance de 95 %), alors qu'aucune tendance n'a été décelée dans la moyenne annuelle de l'ozone.

Le présent rapport comprend pour la première fois des graphiques illustrant les émissions des cinq principaux polluants et des particules de plomb ainsi que les teneurs moyennes en polluants dans diverses villes d'un bout à l'autre du Canada.

Section 1

Introduction

1.1 Objet et portée

Le présent rapport est le septième d'une série[1-6] publiée par Environnement Canada sur l'évolution de la qualité de l'air des villes au Canada. Il a pour objet de signaler les tendances qu'on observe dans les données sur la qualité de l'air ambiant recueillies par le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique[7] (RNSPA) et d'en faire ressortir, par analyse statistique ou autre, les variations significatives. Il couvre les résultats du programme de surveillance pendant la période de 1978 à 1987.

C'est en janvier 1970 qu'on a mis en oeuvre le programme de surveillance nationale de la pollution atmosphérique, afin de constituer une base de données nationale pour évaluer la qualité de l'air dans les grands centres urbains du Canada. Les données ainsi recueillies ont permis d'étudier les effets sur le milieu urbain de l'évolution des activités industrielles, des modes d'utilisation des combustibles et des carburants, de la densité démographique, de l'emploi accru de dispositifs antipollution et d'autres facteurs. Des stations de surveillance sont installées dans la plupart des villes de plus de 100 000 habitants. Les instruments sont habituellement installés dans des endroits où la pollution atmosphérique pourrait poser un problème et incommoder un grand nombre de personnes. Ces endroits, dits «stations de surveillance», sont classés en fonction de l'utilisation principale qui en est faite, soit :

1) C = commerciale,
2) R = résidentielle, ou
3) I = industrielle.

Les stations sont de plus réparties en deux catégories. Les stations de la catégorie I forment le réseau national permanent des stations chargées de la surveillance complète à long terme. Leurs emplacements ont été sélectionnés de façon à représenter les régions les plus densément peuplées qui sont exposés aux conditions dominantes de qualité de l'air. Les stations de la catégorie II peuvent être exploitées à court terme, pendant les périodes et dans les endroits où une surveillance est requise. Elles servent à mesurer les polluants mais pas nécessairement à en établir les sources. On ne peut évidemment pas établir de comparaison entre les différentes stations sans tenir compte de leur catégorie.

Les polluants mesurés sont l'anhydride sulfureux (SO_2), le dioxyde d'azote (NO_2), le monoxyde de carbone (CO), l'ozone (O_3), les particules en suspension (PS) et le plomb (Pb). En outre, le pouvoir noircissant ou opacifiant des particules fines en suspension dans l'air est mesuré en tant qu'indice d'opacité ou coefficient de transmission et exprimé en COH*. On mesure aussi les retombées de poussières et la vitesse de formation des sulfates, mais les résultats n'en sont pas analysés dans le présent rapport.

Depuis 1974, les sommaires annuels du réseau mentionnent les moyennes annuelles des polluants seulement dans le cas des stations répondant aux critères d'état complet des données. Ainsi, on ne calcule les moyennes annuelles ou mensuelles de SO_2, de NO_2, d'ozone, de CO et d'indice d'opacité que si l'on possède au moins 50 % des observations horaires pour la période considérée. De plus,

* Le COH *(coefficient of haze unit)* se définit comme une quantité de matières solides donnant une densité optique de 0,01.

on ne calcule pas la moyenne annuelle à moins de connaître au moins deux moyennes mensuelles pour chaque trimestre. En ce qui concerne les particules en suspension et le plomb, on ne mentionne la moyenne mensuelle que si l'on dispose d'un minimum de trois échantillons pour le mois; pour la moyenne géométrique annuelle, on doit prélever un minimum de 40 échantillons par année et de huit échantillons valides par trimestre. Depuis 1985, les données récapitulatives annuelles du RNSPA sur le SO_2 et le NO_2 sont indiquées à une décimale de plus, conformément aux directives de l'*Environmental Protection Agency* (EPA) des États-Unis publiées dans le *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems (Vol. 1)*. Selon l'EPA, les valeurs calculées peuvent être indiquées à une décimale de plus que les valeurs observées.

1.2 Programme de surveillance de la qualité de l'air

Lors de sa création en janvier 1970, le RNSPA comptait 40 appareils de surveillance répartis dans 14 villes, qui mesuraient le SO_2, les particules en suspension, le plomb et l'indice d'opacité. En décembre 1987, il s'étendait à 59 villes dans tout le Canada et comptait environ 400 appareils; à la liste des polluants surveillés s'étaient ajoutés le CO, le NO_2 et l'ozone*. La figure 1 donne une idée de l'expansion du réseau tandis que la figure 2 montre les villes où sont installés les appareils. La figure 2 contient une carte de la densité démographique qui fait ressortir la relation entre la répartition des stations de surveillance et celle de la population. Le tableau 1 énumère les stations de la catégorie I, leurs emplacements et leurs caractéristiques actuelles.

Lorsque l'installation des stations de la catégorie I sera complètement terminée, on pourra mesurer tous les paramètres objectifs de la qualité de l'air ainsi que l'indice d'opacité. La plupart de ces stations sont implantées, conformément aux critères de sélection des emplacements, dans les quartiers d'affaires ou les grands quartiers résidentiels où la qualité de l'air est susceptible de n'être pas satisfaisante.

1.3 Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA)

On a établi ces objectifs en vue d'orienter les programmes de lutte contre les effets nuisibles de la pollution atmosphérique[8]. Ces programmes visent les objectifs suivants :

1) aider à établir les priorités en ce qui concerne la réduction des teneurs en polluants et à déterminer l'ampleur des moyens à mettre en oeuvre pour lutter contre la pollution;
2) fournir un étalon pour l'évaluation de la qualité de l'air dans toutes les régions du Canada;
3) déterminer les besoins en programmes de surveillance ainsi que l'ampleur de ces programmes.

La **teneur maximale acceptable** a pour but de protéger le sol, l'eau, la végétation, les matières exposées, les animaux, la santé et le bien-être de la population contre les effets de la pollution et d'éviter une réduction de la

* On a utilisé 52 autres appareils pour mesurer les retombées de poussières et calculer la vitesse de formation des sulfates, mais ces indicateurs du niveau de pollution de l'air ne sont pas analysés dans le présent rapport.

visibilité. **La teneur maximale souhaitable** représente un objectif à long terme de qualité de l'air et sert de fondement à une politique destinée à protéger les régions non polluées du pays contre la détérioration de la qualité de l'air. **La teneur maximale admissible** est déterminée par les teneurs en polluants atmosphériques en fonction du temps; lorsque les polluants atteignent ces degrés de concentration, il faut adopter au plus vite des mesures appropriées pour protéger la santé de la population en général. Le tableau 2 donne les teneurs souhaitables, acceptables et admissibles en polluants pour les diverses périodes d'établissement des moyennes utilisées dans la présente analyse. Les effets des polluants sur la qualité de l'air sont résumés au tableau 3.

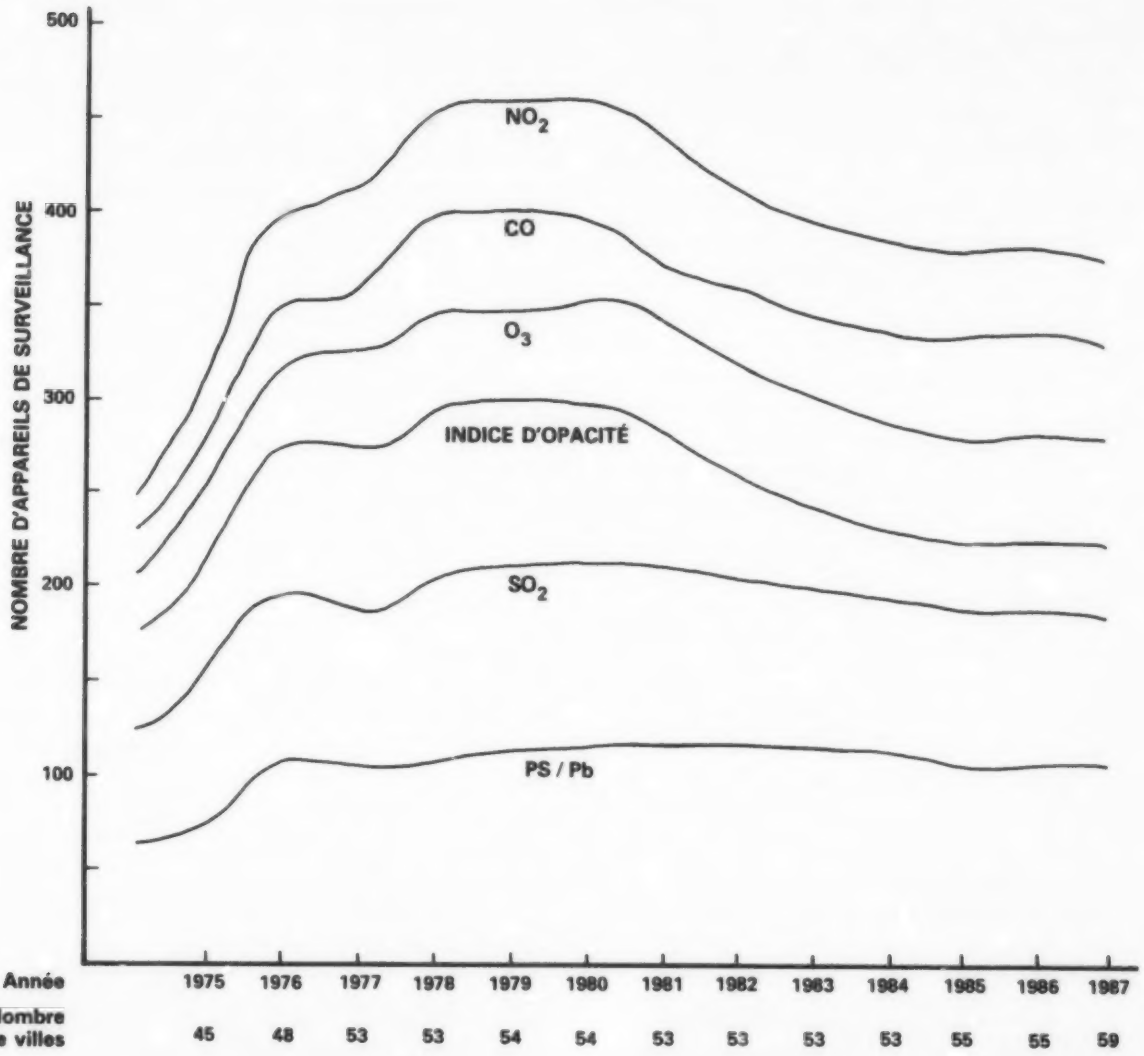
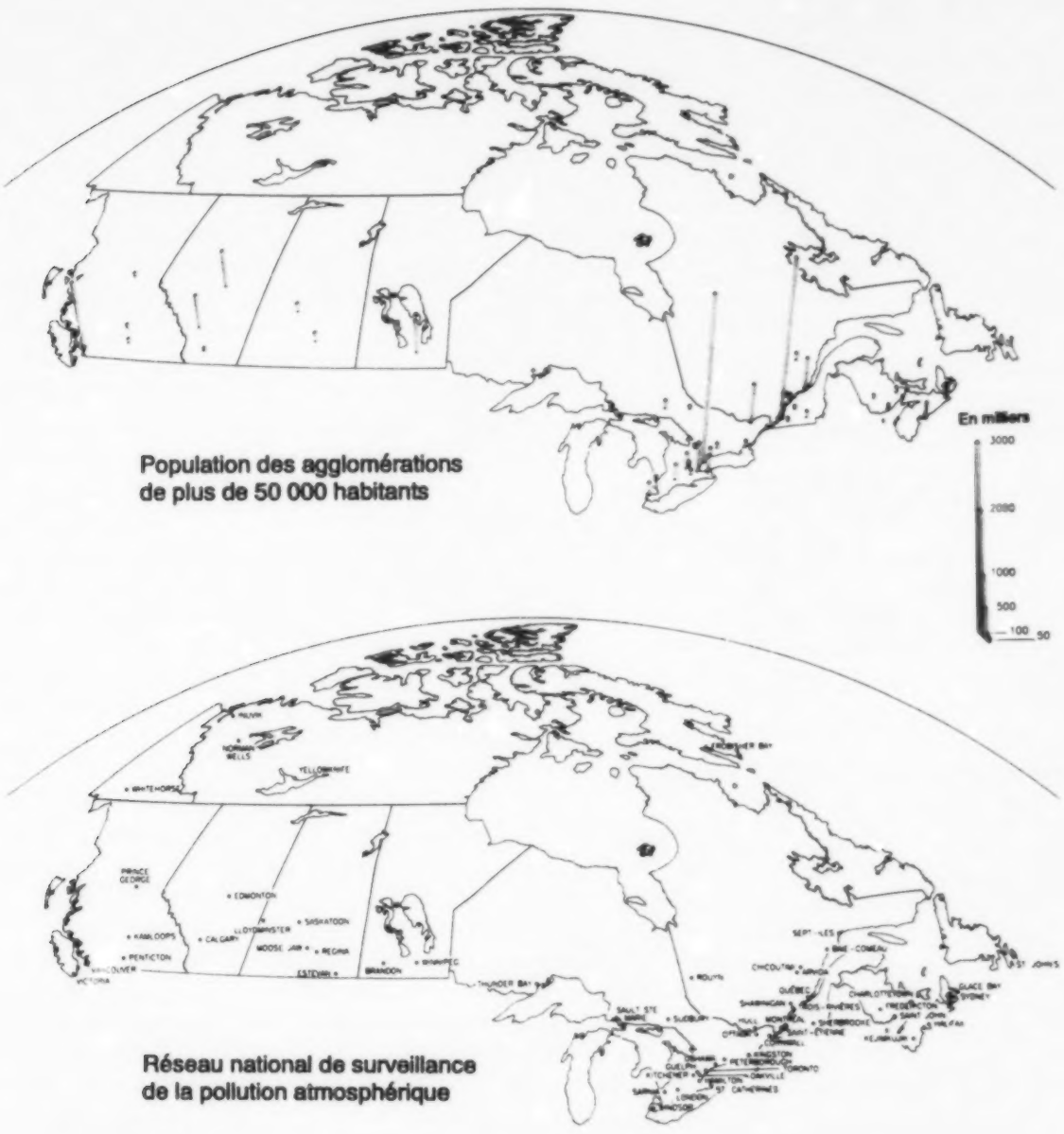


Figure 1 Profil de l'expansion des instruments du RNSPA, 1974-1987



Source : Recensement du Canada de 1981
Cartes tracées par la Sous-division de la géocartographie et l'Unité de la statistique sur l'environnement de Statistique Canada, 1987

Figure 2 Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (mars 1987)

Tableau 1 **Stations de surveillance de la catégorie I du RNSPA (au 31 décembre 1987)**

Ville	Station	Emplacement	Commentaires
Terre-Neuve			
St. John's	10101C	Duckworth/Ordinance	Pas de surveillance de l'ozone et du NO_2
Nouvelle-Écosse			
Halifax	30116C	Barrington/Duke	Échantillonneur à grande capacité à la station 30101C
Nouveau-Brunswick			
Saint-Jean	40202C	Bureau de poste	Échantillonneur à grande capacité à la station 40201C
Québec			
Montréal	50115C	Metcalfe/Maisonneuve	
	50116R	3161, rue Joseph, Verdun	
	50102R	Jardin botanique	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
	50109C	Ducan/Décarie	
	50112C	Boul. des Laurentides	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
	50110C	Parc Pilon, Montréal-Nord	
	50119R	1700, rue Bourassa,Longueuil	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
Hull	50203R	Gamelin/Joffre	Pas de surveillance de l'ozone
Québec	50307C	Parc Cartier-Brébeuf	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
Ontario			
Ottawa	60101C	88, rue Slater	
	60104R	Rideau/Wurtemburg	
Windsor	60204C	471, av. University	
Toronto	60417C	26, rue Breadalbane	
	60403I	Evans/Arnold	
	60410R	Lawrence/Kennedy	
	60415R	Queensway O./Hurontario	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
	60402R	Don Mills, Science Centre	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
	60413R	Ch. Elmcrest	
Hamilton	60501C	Barton/Sanford	
London	60901C	King/Rectory	
St. Catharines	61301C	North/Geneva	
Kitchener	61501C	Edna/Frederick	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
Manitoba			
Winnipeg	70119C	65, rue Ellen	
	70118R	Jefferson/Scotia	
Saskatchewan			
Regina	80109C	1620, rue Albert	Pas de surveillance de l'indice d'opacité
Alberta			
Edmonton	90130C	10255, 104e Rue	Pas d'analyse du SO_2
	90122R	127e Rue/29e Avenue N.-O.	Pas d'analyse du SO_2
Calgary	90227C	1611, 4e Rue S.-O.	Échantillonneur à grande capacité à la station 90204C
	90222R	39e Rue/29e Avenue N.-O.	Pas d'analyse du SO_2
Colombie-Britannique			
Vancouver	00112C	Robson/Homby	Échantillonneur à grande capacité à la station 00109C
	00106R	2294, 10e Avenue O.	
	00108I	250, 70e Avenue O.	Pas d'analyse du SO_2
	00110R	Hastings E./Kensington	
	00111I	Parc Rocky Point	
Victoria	00303C	1250, rue Quadra	

* Remarque : Au 31 décembre 1987, il n'y avait pas d'appareils de surveillance de l'indice d'opacité dans la région de l'Atlantique.

Tableau 2 Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant

Polluant	Période	Teneur maximale souhaitable	Teneur maximale acceptable	Teneur maximale admissible
Anhydride sulfureux	1 an	11 ppb	23 ppb	-
	24 h	57 ppb	115 ppb	306 ppb
	1 h	172 ppb	344 ppb	-
Particules en suspension	1 an	60 $\mu g/m^3$	70 $\mu g/m^3$	-
	24 h	-	120 $\mu g/m^3$	400 $\mu g/m^3$
Ozone	1 an	-	15 ppb	-
	1 h	50 ppb	82 ppb	153 ppb
Monoxyde de carbone	8 h	5 ppm	13 ppb	17 ppb
	1 h	13 ppm	31 ppm	-
Dioxyde d'azote	1 an	32 ppb	53 ppb	-
	24 h	-	106 ppb	160 ppb
	1 h	-	213 ppb	532 ppb

* Remarque : Pour la conversion des $\mu g/m^3$ en ppm ou en ppb, on a supposé des conditions normales de température et de pression (25 ° C et 101,32 kPa).

Tableau 3 Les polluants et leurs effets

Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant et périodes d'établissement des moyennes	Monoxyde de carbone CO (1 h, 8 h)	Dioxyde de d'azote NO_2 (1 h)	Ozone O_3 (1 h)	Anhydride sulfureux SO_2 (1 h, 24 h)	Particules en suspension (24 h)
(Très mauvaise qualité)	Symptômes cardio-vasculaires accrus chez les non-fumeurs souffrant de troubles cardiaques. Altération de la vue	Sensibilité accrue des asthmatiques et des bronchitiques	L'effort léger peut avoir des effets chez certains malades pulmonaires chroniques	Sensibilité accrue des asthmatiques et des bronchitiques	Sensibilité accrue des asthmatiques et des bronchitiques
Maximum admissible (Mauvaise qualité)	Symptômes cardio-vasculaires accrus chez les fumeurs souffrant de troubles cardiaques	Odeur et altération de la couleur de l'atmosphère. Réactivité bronchique accrue chez les asthmatiques	Diminution du rendement chez certains athlètes faisant beaucoup d'efforts	Odeur perceptible. Dommages et sensibilité accrus chez les végétaux	Diminution de la visibilité. Opacité visible
Maximum acceptable (Qualité passable)	Aucune altération décelable, mais modification des propriétés chimiques du sang	Odeur perceptible	Dommages accrus à certaines espèces végétales	Dommages accrus à certaines espèces végétales	Diminution de la visibilité
0 - Maximum souhaitable (Bonne qualité)	Aucun effet	Aucun effet	Aucun effet	Aucun effet	Aucun effet

1.4 Méthodes d'analyse

1.4.1 Teneurs en polluants dans les villes possédant des stations de la catégorie I

On a choisi pour cette analyse les villes où se trouvent des stations de la catégorie I parce que celles-ci surveillent l'évolution de la qualité de l'air et, par conséquent, assurent une constante dans le nombre de polluants mesurés, l'emplacement des stations et la taille de la population, généralement supérieure à 250 000 habitants.

On a utilisé toutes les stations de chaque ville pour en déterminer les moyennes annuelles de 1983 à 1987. Les valeurs oscillent entre la moyenne annuelle la plus forte et la moyenne annuelle la plus faible, tandis que la teneur moyenne pour la ville représente la moyenne composée des moyennes des cinq années. Lorsque les données ne permettent pas de déterminer la moyenne quinquennale, on choisit une moyenne annuelle ou une concentration maximale (sans intervalle) pour établir par approximation une concentration moyenne.Pour les particules en suspension (PS), le plomb, le NO_2, le SO_2, l'indice d'opacité et le CO, on présente les valeurs moyennes, tandis qu'on utilise les moyennes des concentrations maximales dans le cas de l'ozone. La méthode utilisée pour représenter la valeur moyenne et l'intervalle des valeurs pour un échantillon donné est illustrée à la figure 3.

Dans cet exemple, les villes 2 et 3 ont la même teneur moyenne quinquennale en NO_2, bien que la ville 3 présente un intervalle de concentrations moyennes annuelles plus étendu. La moyenne quinquennale de NO_2 la plus élevée a été obtenue pour la ville 4. Dans la ville 1, il y avait suffisamment de données pour établir une teneur moyenne en NO_2; toutefois, on ne disposait pas de données suffisantes pour déterminer une moyenne quinquennale ou un intervalle exact.

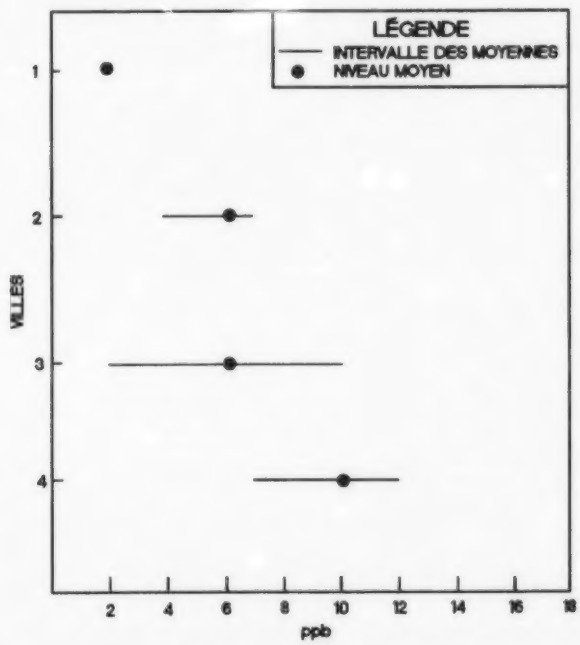


Figure 3 Représentation graphique des concentrations moyennes de polluants dans les villes

Un blanc dans le graphique indique que le polluant n'a pas été mesuré dans une ville en particulier. Tout au long du présent rapport, on utilisera cette méthode pour illustrer la teneur moyenne et l'intervalle des valeurs de polluants dans les villes.

1.4.2 Test des comparaisons multiples de Tukey

Le test consiste à tracer une courbe d'évolution constituée des moyennes composées et de leurs intervalles de confiance à 95 % (figure 4). Ces intervalles permettent de comparer les données de deux années quelconques de la période considérée. Lorsqu'ils ne se recoupent pas, la variation entre les années est significative. Dans ce test, les intervalles de confiance sont suffisamment étendus pour qu'on puisse comparer les moyennes (annuelles) maximale et minimale de la période considérée, et ce, avec un risque de 5 % seulement d'indiquer à tort qu'un écart est significatif.

Les intervalles de confiance sont calculés d'après une analyse de variance de la teneur visée (moyenne au 98^{e} percentile) pour chaque polluant à chaque station, durant toutes les années à l'étude. Dans cette analyse, l'ensemble de stations doit être le même pour toutes les années à l'étude. On a pu y parvenir en utilisant seulement les stations possédant des données valides pour au moins 7 des 10 années à l'étude; les valeurs manquantes ont été remplacées par des estimations. C'est pourquoi il existe des écarts dans les teneurs moyennes annuelles entre les résultats du test de Tukey et ceux de l'analyse par diagrammes en blocs (histogrammes), qui est basée sur toutes les stations du réseau. Les données des histogrammes ont été utilisées telles quelles, aucune station n'ayant été retirée ni aucune valeur manquante comblée. La figure 4 donne un exemple de tracé conventionnel. Une explication plus détaillée de la méthode se trouve dans un rapport antérieur[5].

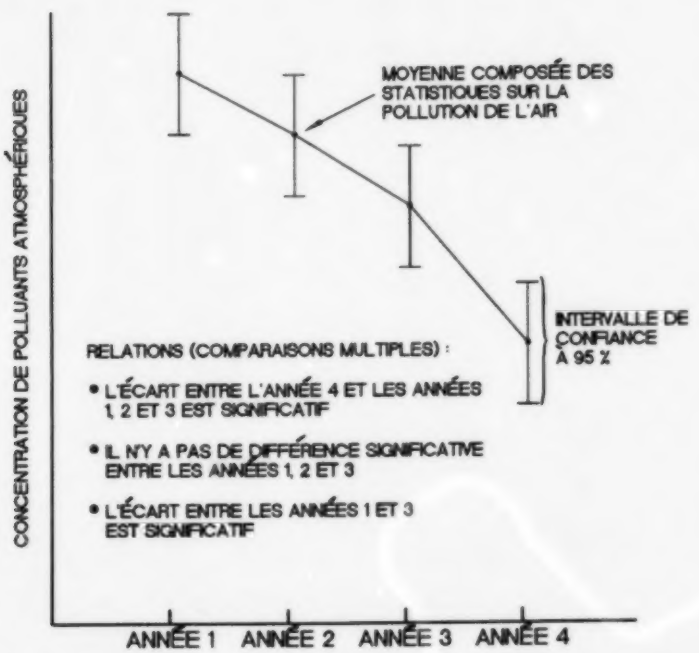


Figure 4 Représentation graphique conventionnelle du test des comparaisons multiples de Tukey[9]

Les résultats du test de Tukey permettent des comparaisons à trois niveaux pour montrer :

1) les modifications des concentrations d'une année à l'autre pour les stations de la catégorie I et l'ensemble des stations;
2) les différences significatives (au niveau de confiance de 95 %) lorsque les intervalles de confiance ne se recoupent pas, soit pour les stations de la catégorie I, soit pour l'ensemble des stations; et
3) les concentrations relatives des stations de la catégorie I et de l'ensemble des stations.

1.4.3 Analyse de l'évolution à long terme (régression linéaire)

Le test de Tukey est destiné à comparer la moyenne d'une année à celle d'une autre année. Pour vérifier la signification de l'évolution à long terme ou sur 10 ans, on a effectué une analyse de régression linéaire des données moyennes (avec le même ensemble de données que dans le test de Tukey) pour déterminer si la pente de la courbe était significativement supérieure ou inférieure à zéro. Les résultats de l'analyse de régression linéaire sont présentés au tableau 4.

Le 98^{e} percentile de la concentration moyenne de 1 h, 8 h ou 24 h correspond à la 120^{e} partie des 8 760 relevés effectués par un appareil de surveillance en opération constante pendant un an. C'est la valeur dépassée moins de sept jours par an. Elle sert à indiquer les changements d'une année à l'autre dans les concentrations élevées de polluants à proximité d'une station de surveillance, mais en éliminant les facteurs variables comme le climat.

Le 99,9^{e} percentile de la teneur correspond au 9^{e} relevé, en partant du plus élevé, dans les données enregistrées pendant l'année. Dans le présent rapport, il sert à indiquer la gravité des épisodes d'ozone. Au lieu d'être rejeté directement, l'ozone se forme dans l'atmosphère, et les fortes concentrations enregistrées pendant les épisodes de pollution

Tableau 4 Analyse de régression linéaire des tendances à long terme, 1979-1987

Polluant	Indicateur	Moyenne 10 ans	Moyenne Changement annuel
SO_2	Moyenne annuelle	9,3 ppb	-0,63 **
PS	Moyenne annuelle	53,4 µg/m^3	-2,59 **
NO_2	Moyenne annuelle	23,3 ppb	-0,38 **
Indice d'opacité	Moyenne annuelle	0,28 COH	-0,004 *
Plomb	Moyenne annuelle	0,26 µg/m^3	-0,03 **
Ozone	Moyenne annuelle	16,0 ppb	-0,003
Ozone	Maximum horaire	82,4 ppb	-2,6 **
CO	Moyenne annuelle	1,3 ppm	-0,07 **
CO	Maximum horaire	4,5 ppm	-0,17 **

* Significatif au niveau de confiance de 95 %
** Significatif au niveau de confiance de 99 %

se produisent dans des conditions météorologiques optimales. Contrairement au 98^{e} percentile, le 99,9^{e} est plus sensible aux changements météorologiques annuels (chaudes journées d'été).

1.4.4 Analyse par diagrammes en blocs (histogrammes)

Il s'agit d'une technique graphique de type exploratoire dont l'objet est de montrer la distribution des moyennes annuelles, pour l'ensemble des stations, calculées pour les divers polluants. La représentation graphique conventionnelle est illustrée à la figure 5. Pour un polluant donné, les moyennes annuelles (ou moyennes géométriques dans le cas des particules en suspension et du plomb) sont groupées et classées pour toutes les stations*. Les percentiles indiquent le pourcentage de stations où les moyennes annuelles sont inférieures à certaines teneurs déterminées. En plus des percentiles (10^{e}, 25^{e}, 50^{e}, 75^{e} et 90^{e}), on indique la moyenne annuelle du polluant pour toutes les stations au cours d'une année donnée (annexe, tableau J). On peut donc analyser séparément les tendances annuelles dans les stations les moins polluées (du 10^{e} au 25^{e} percentiles), moyennement polluées (moyenne, médiane, 50^{e} percentile) et les plus polluées (75^{e} et 90^{e} percentiles).

1.4.5 Comparaison avec les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA)

Il existe un troisième type d'analyse qui utilise les pourcentages des données des stations où la pollution mesurée est égale ou supérieure aux ONQAA pour chaque année de la période d'analyse. Ce type d'analyse est assez rudimentaire, car il ne tient pas compte des écarts à l'intérieur de certains niveaux de qualité de l'air. Ainsi, il se peut qu'à toutes les stations qui calculent la moyenne annuelle d'un polluant donné, on constate un changement d'une année à l'autre; or, s'il advenait qu'aucune des moyennes annuelles ne soit inférieure à un certain objectif, ce type d'analyse n'indiquerait aucun changement.

Cette analyse est également insensible au nombre de fois qu'un objectif est dépassé, notamment quand il s'agit d'objectifs de qualité de l'air à court terme (1 h, 8 h, 24 h). Il suffit qu'une seule mesure (même sur plusieurs milliers) dépasse une certaine teneur maximale (souhaitable, acceptable ou admissible), pour que l'objectif soit dépassé. Le tableau 5 indique que la teneur maximale souhaitable de 1 h en monoxyde de carbone (13 ppm) a été dépassée à cinq stations de Toronto et que la teneur maximale acceptable (31 ppm) l'a été à l'une d'elles.

En comparant les stations 60416C et 60401C, on constate qu'environ 4,0 % des observations faites à la première dépassent la teneur maximale souhaitable, contre 0,4 % à la seconde. Ce type d'analyse tend à localiser les problèmes potentiels de pollution. Il sert donc davantage à étayer les types d'analyse précédents. Comme dans le cas de l'analyse par diagrammes en blocs, toutes les stations ont servi au calcul du pourcentage de celles où la pollution mesurée est égale ou supérieure aux ONQAA (tableau 5).

---

* Toutes les stations disponibles ayant été utilisées chaque année, l'ensemble des stations varie quelque peu d'une année à l'autre. Cela risque de fausser la moyenne annuelle ou les percentiles calculés et de masquer ainsi les tendances réelles. C'est pourquoi on a calculé ces paramètres avec les données de l'ensemble des stations et de celles de la catégorie I. On a constaté que les valeurs et les tendances correspondantes étaient semblables. Comme l'ensemble des stations du réseau fournit un échantillon national plus représentatif, on a continué à analyser les données de toutes les stations.

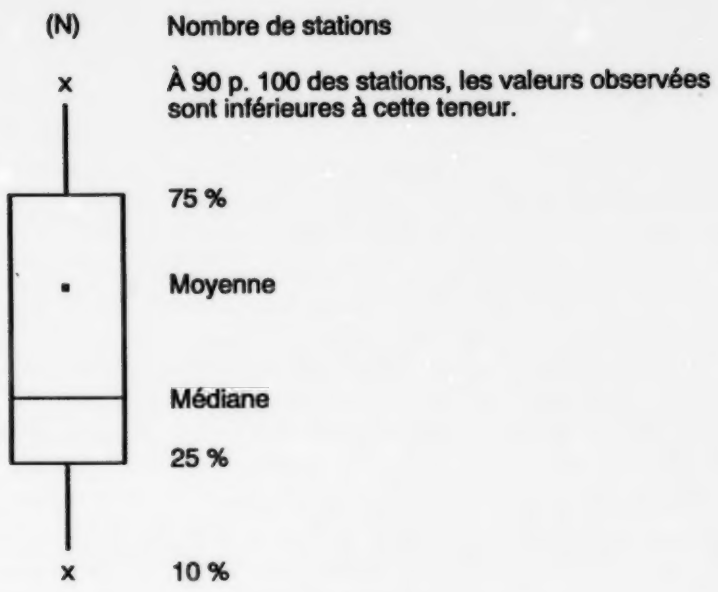


Figure 5 Représentation graphique des concentrations de polluants sur diagrammes en blocs

Tableau 5 Comparaison des relevés pour le monoxyde de carbone

Station	Emplacement	Relevés de la teneur moyenne de 1 h en CO (1981)		Nombre total de relevés
		Dépassant le maximum souhaitable	Dépassant le maximum acceptable	
60401C	68, rue College	14	0	3 476
60402R	Don Mills, Science Centre	0	0	8 105
60403I	Evans/Arnold	0	0	8 387
60410R	Lawrence/Kennedy	1	0	8 450
60412R	Bathurst/Wilson	1	0	8 516
60413R	Ch. Elmcrest	0	0	7 149
60414I	Sherbourne/Wilton	0	0	8 299
60415R	Queensway O./Hurontario	8	0	8 607
60416C	381, rue Yonge	293	17	8 481
60417C	26, rue Breadalbane	0	0	4 297

Section 2

L'anhydride sulfureux

L'anhydride sulfureux (SO_2) est un gaz incolore qui se trouve normalement dans l'atmosphère urbaine à des teneurs trop faibles pour que son odeur âcre et forte soit perceptible. Les émissions de SO_2 sont attribuables à des processus industriels comme la fusion des métaux non ferreux et à l'utilisation de combustibles comme le charbon ou l'huile lourde, dont la teneur en soufre peut être forte. L'anhydride sulfureux est un polluant majeur nuisible à la santé, à la végétation et aux matières exposées (tableaux 2 et 3).

D'après la figure 6, on constate que dans bien des provinces les processus industriels sont responsables de la majorité des émissions de SO_2. L'utilisation de combustibles est la deuxième source d'émissions de SO_2, la production d'énergie thermique venant au premier rang dans cette catégorie. À l'échelle nationale, les deux tiers des émissions de SO_2 proviennent des processus industriels, tandis que le dernier tiers est le résultat de l'utilisation de combustibles. Les principales sources industrielles sont plutôt situées dans des zones éloignées, tandis que les émissions produites par l'utilisation de combustibles sont concentrées dans les régions plus populeuses[10].

La figure 7 représente les teneurs en SO_2 de seize villes d'un bout à l'autre du Canada. Dans la plupart des cas, les teneurs actuelles se situent à l'extrémité inférieure des intervalles apparaissant dans cette figure. Pour ce qui est des moyennes composées de cinq ans, toutes les limites se situent à l'intérieur du niveau souhaitable défini par les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant. Seule la ville de Québec fait exception en se situant dans le niveau acceptable.

2.1 Moyennes annuelles

La moyenne composée des moyennes annuelles enregistrées par le Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique est passée de 10 ppb en 1978 à 5 ppb en 1987 (figure 8). Les teneurs en SO_2 semblent se stabiliser; il y a eu fort peu de changements dans le 90^e percentile de la teneur annuelle moyenne du réseau. En fait, ce percentile se maintient au niveau souhaitable depuis 1982. Les nombres de stations pour lesquelles on dispose de valeurs moyennes pour des paires d'années consécutives figurent dans l'annexe (tableau A). Au cours des cinq dernières années, les teneurs annuelles moyennes sont restées inchangées à plus de la moitié de ces stations.

La figure 9 montre l'évolution des moyennes annuelles composées pour l'ensemble des stations et pour celles de la catégorie I, aux limites de confiance de 95 % (tirées du test de Tukey). On constate que l'évolution est généralement identique pour les deux groupes de stations. Cependant, pour l'ensemble des stations, on relève beaucoup d'écarts significatifs (cas où les intervalles de confiance ne se chevauchent pas) d'une année à l'autre, par exemple de 1985 à 1987 et avant 1982. Il faut toutefois se rappeler que le nombre des stations influe sur la valeur des limites de confiance et que les stations de la catégorie I surveillent généralement des secteurs commerciaux et résidentiels.

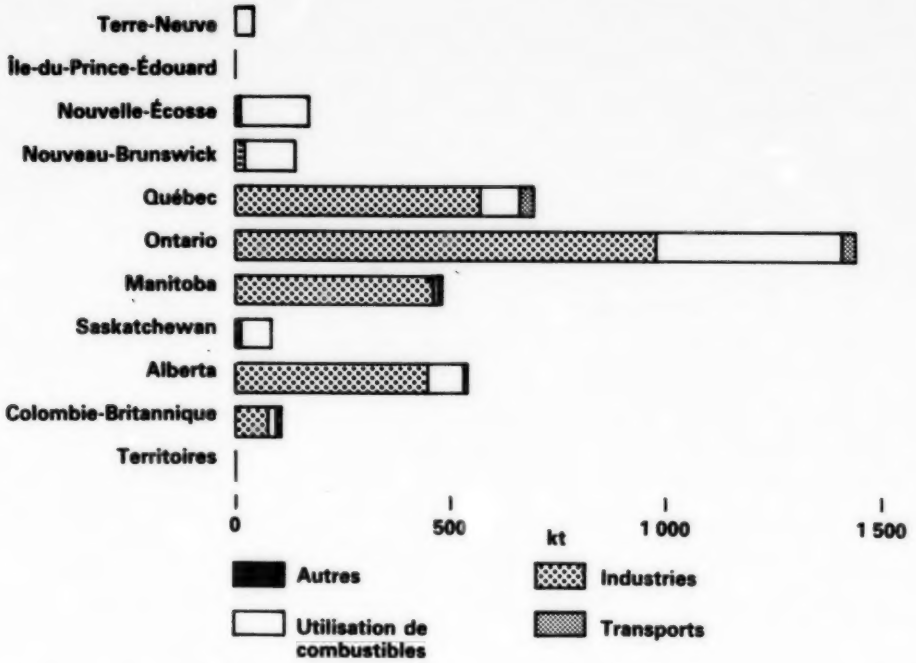


Figure 6 Anhydride sulfureux - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985

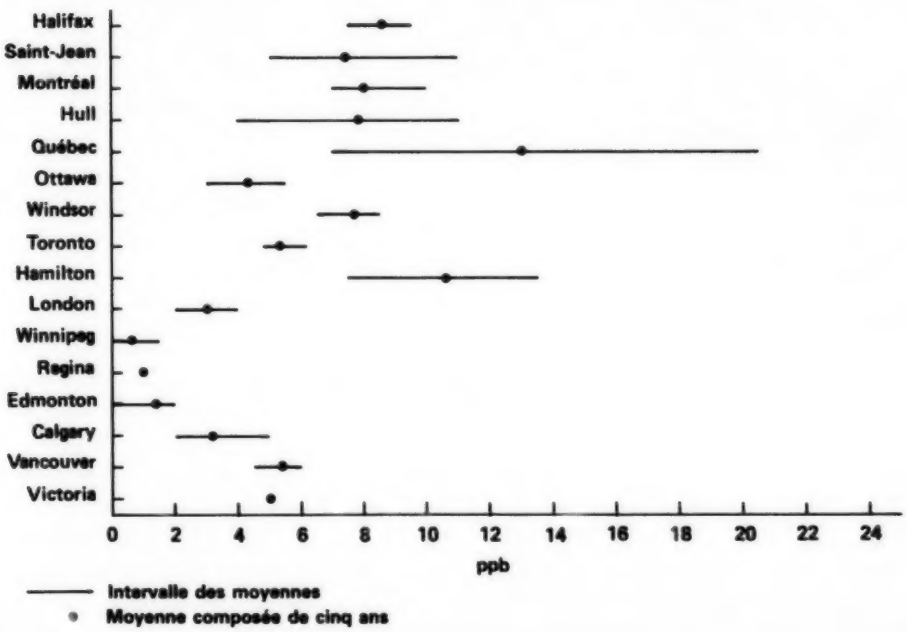


Figure 7 Anhydride sulfureux - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987

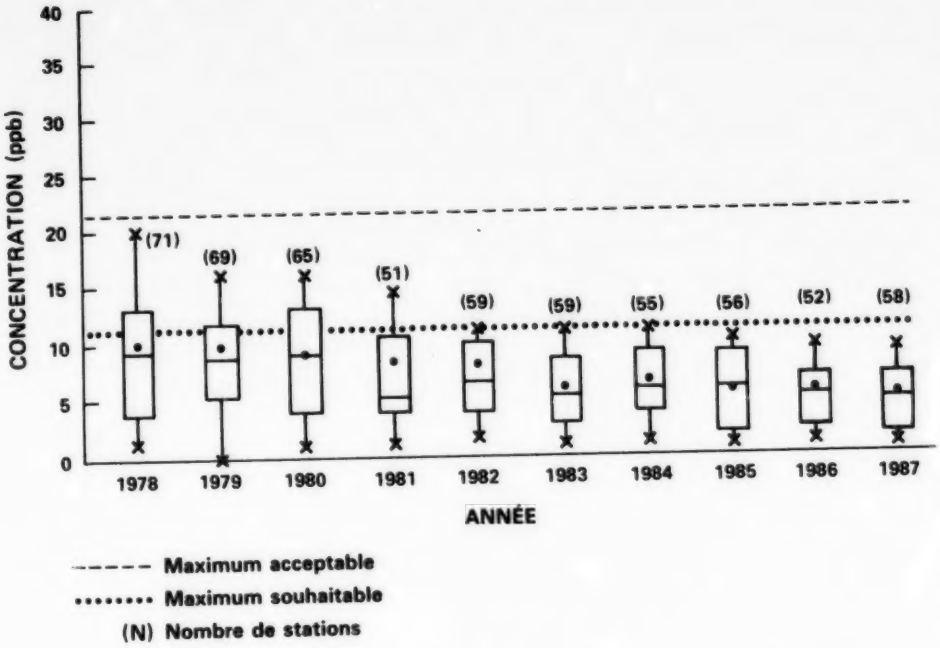


Figure 8 Anhydride sulfureux - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987

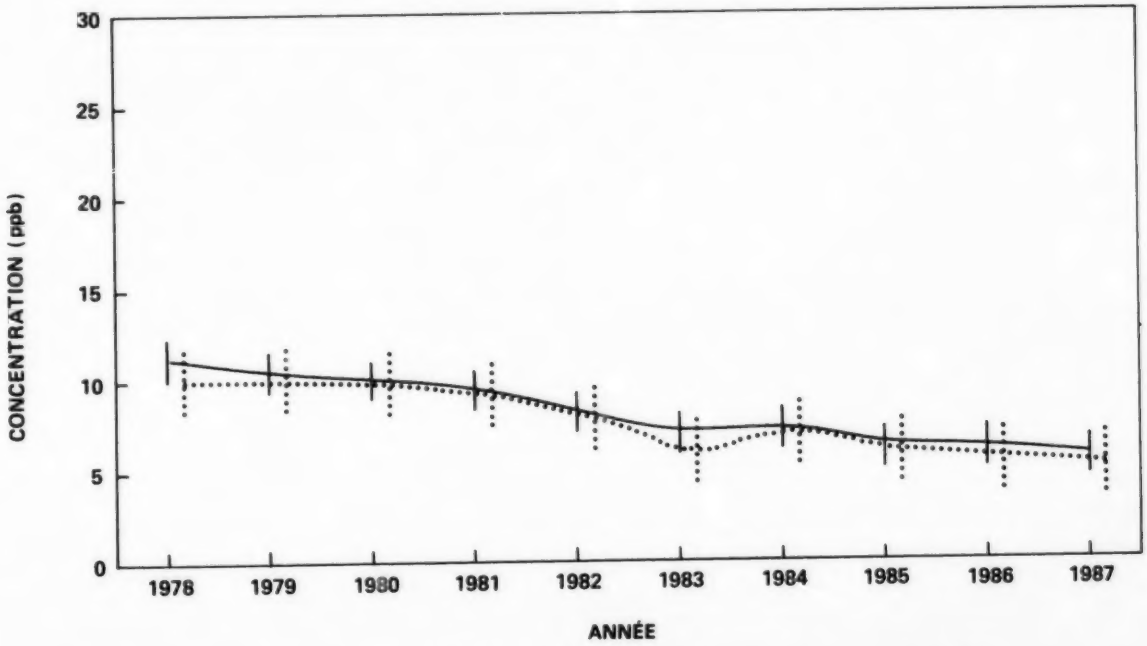


Figure 9 Anhydride sulfureux - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95% pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987

Si la courbe de l'ensemble des stations affiche alors des teneurs plus fortes, c'est qu'elle tient compte de données sur des centres urbains plus petits ayant des sources industrielles de SO_2, où l'on s'attend à obtenir des teneurs plus élevées.

Ces dernières années, plus de 90 % des stations de surveillance (98 % en 1987) ont signalé des teneurs annuelles moyennes inférieures au maximum souhaitable. De 1978 à 1987, le nombre des stations où la teneur maximale souhaitable a été respectée a sans cesse augmenté. Le pourcentage des stations où les relevés ont été conformes aux objectifs nationaux de 1978 à 1987 est indiqué au tableau 6 (partie A). L'amélioration survenue pendant les quatre dernières années est évidente, une seule station ayant dépassé le maximum acceptable.

Même si, dans l'ensemble, les moyennes de toutes les stations du RNSPA se comparent favorablement aux objectifs, il subsiste des stations où la teneur maximale acceptable de 23 ppb est dépassée. Le tableau H de l'annexe énumère les stations ayant enregistré les valeurs moyennes les plus élevées au cours des onze dernières années. Ce tableau révèle que l'amélioration a été spectaculaire dans les stations les moins bien cotées, notamment la station 60606C de Sudbury et la

Tableau 6 Anhydride sulfureux - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987

Niveau (ppb)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) Moyenne annuelle										
0 - 11*	68	67	65	75	84	89	91	96	94	98
12 - 23**	25	29	34	23	14	9	9	4	4	2
>23	7	4	1	2	2	2	-	-	2	-
Stations	71	69	65	51	59	60	55	56	53	57
B) Maximum de 24 h										
0 - 60*	42	41	57	49	59	65	63	62	78	80
61 - 110**	44	44	36	38	35	21	29	33	13	17
111 - 310***	13	15	6	12	4	10	8	5	2	3
>310	1	-	1	1	2	4	-	-	1	
Stations	92	90	89	82	81	78	75	73	71	72
C) Maximum de 1 h										
0 - 170*	61	62	74	55	64	73	67	73	77	77
171 - 340**	22	27	16	30	27	17	24	19	13	16
>340	17	11	11	15	9	10	9	8	10	7
Stations	92	89	88	82	81	78	75	73	71	74

* Niveau souhaitable ** Niveau acceptable *** Niveau admissible

station 50115C de Montréal. Les teneurs annuelles moyennes, auparavant supérieures au maximum acceptable, y sont maintenant inférieures au maximum souhaitable.

2.2 *Teneurs de courte durée*

2.2.1 Teneurs maximales de 24 h

Pendant la période s'étendant de 1978 à 1987, le pourcentage des stations ayant respecté le maximum souhaitable prévu par les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant a augmenté régulièrement, passant de 42 % à 80 %. Quant à la teneur maximale acceptable, elle a été dépassée à 3 % des stations en 1986 et 1987. Toutefois, cette situation représente une amélioration significative par rapport aux 15 % des stations qui, en 1979, avaient enregistré des teneurs en SO_2 supérieures au maximum acceptable.

La teneur maximale admissible a été dépassée à 1 % des stations du réseau, sauf en 1983, où elle l'a été à trois stations (4 %) : 50303I de Québec, 50301R de Baie-Comeau et 50610C de Rouyn-Noranda. Ces stations sont situées à proximité de sources industrielles d'émissions ainsi que de sources de chauffage résidentielles, commerciales et institutionnelles. À noter que le dépassement de la limite au cours d'une seule journée peut être attribuable en partie à certaines conditions météorologiques comme l'inversion de température ainsi que la vitesse et la direction du vent. La plupart des stations (93 % en 1980 et 97 % en 1987) ont enregistré des teneurs de 24 h de niveau acceptable. De 1984 à 1987, toutes les stations, sauf la station 50303I de Québec en 1986, ont respecté le maximum admissible. Pendant cette même période, le pourcentage des stations respectant le maximum acceptable a également augmenté.

Les courbes des moyennes composées des teneurs du 98^{e} percentile montrent qu'il y a eu une nette amélioration (au niveau de confiance de 95 %) de 1978 à 1982 et au cours des deux dernières années, tant pour les stations de la catégorie I que pour l'ensemble des stations.

2.2.2 Teneurs maximales de 1 h

Par rapport aux ONQAA, les teneurs maximales de 1 h ont varié graduellement de 1978 à 1987 : le pourcentage des stations ayant enregistré des teneurs supérieures à la teneur maximale souhaitable (tableau 6, partie C) est passé de 40 % à 20 % et, en 1987, la teneur maximale acceptable (340 ppb) a été respectée à 93 % des stations, comparativement à 83 % en 1978. En 1987, la teneur maximale acceptable de 1 h a été dépassée à Québec, Rouyn, Shawinigan et Sudbury. Deux villes, soit Sudbury et Rouyn, ont enregistré des teneurs horaires de SO_2 particulièrement élevées cette année-là (1980 ppb et 790 ppb respectivement); les émissions des sources ponctuelles industrielles y influent de façon considérable sur les teneurs ambiantes en anhydride sulfureux.

On a noté dans des rapports précédents [5,6] une baisse constante du nombre de villes connaissant des épisodes où les teneurs en SO_2 sont supérieures au maximum souhaitable. La figure 10 révèle que le 98^{e} percentile des teneurs moyennes composées a beaucoup régressé. Sur la courbe de l'ensemble des stations, on remarque une baisse significative (à la limite de confiance de 95 %) entre la période de 1985 à 1987 et toutes les années précédentes. Comme on continue d'accorder beaucoup d'importance aux techniques de réduction des émissions à la source, les émissions de SO_2 devraient continuer à décroître.

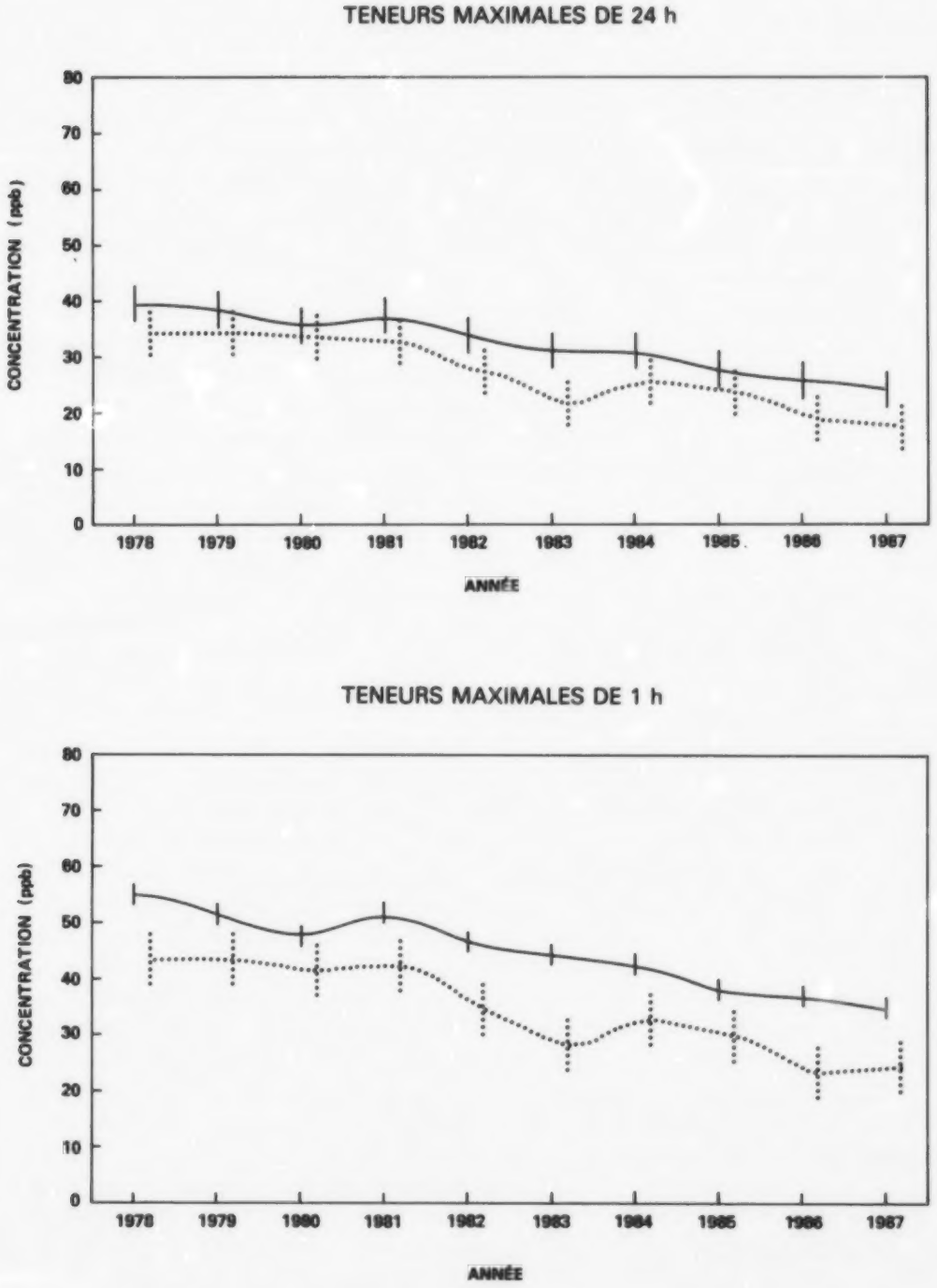


Figure 10 **Anhydride sulfureux - Moyennes composées des teneurs maximales aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (–) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

Section 3

Le dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote (NO_2) est un gaz d'un brun rougeâtre produit par l'oxydation de l'oxyde nitrique (NO) dans l'atmosphère. La formation de NO_2 constitue la première étape de la production de brouillard photochimique. L'oxyde nitrique est essentiellement un produit de la combustion, qui apparaît lorsque l'air est chauffé à de hautes températures dans les moteurs et les chaudières.

La figure 11 indique les émissions d'oxydes d'azote (NO_x) par province et pour quatre catégories de sources. Dans la majorité des provinces, la principale catégorie, celle des transports, se compose essentiellement d'automobiles et de camions. La deuxième catégorie en importance est l'utilisation de combustibles dans des installations fixes comme les centrales thermiques et les systèmes de chauffage des résidences, des commerces et des industries. Les sources naturelles d'émissions de NO_x, comme les décharges électriques pendant les orages, les incendies de forêt et l'action des bactéries édaphiques, n'apparaissent pas dans la figure 11.

La figure 12 indique les intervalles et les moyennes composées sur cinq ans des teneurs en NO_2 pour des villes d'un bout à l'autre du Canada. Toutes les moyennes se situent au niveau souhaitable défini par les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (ONQAA).

3.1 Moyennes annuelles

De 1978 à 1987, la moyenne composée des moyennes annuelles des teneurs en dioxyde d'azote est passée de 29 ppb à 21 ppb (figure 13). Les nombres de stations où il y a eu changement dans les moyennes annuelles valides pour des paires d'années consécutives sont indiqués à l'annexe (tableau B). Ces dernières années, plus de la moitié des stations n'ont présenté aucun changement. Les moyennes composées des moyennes annuelles et leurs limites de confiance à 95 % (tirées du test de Tukey) sont indiquées à la figure 14 pour la période de 1978 à 1987, pour l'ensemble des stations et pour celles de la catégorie I. Les deux groupes de stations évoluent de la même façon. Cependant, les teneurs relevées aux stations de la catégorie I ont tendance à être plus élevées, car ces stations sont situées au centre des agglomérations, où les véhicules automobiles et les sources de combustion sont très concentrés.

Dans les deux cas, les moyennes annuelles de 1985 à 1987 sont nettement inférieures à celles de 1978, ce qui traduit une amélioration réelle. Au cours des deux dernières années, les teneurs moyennes ont légèrement fléchi, mais aucun changement significatif ne s'est produit depuis 1979.

Les moyennes composées des moyennes annuelles des stations sont restées inférieures à la teneur maximale souhaitable entre 1978 et 1987. Pendant ces dix années, les teneurs annuelles moyennes ont baissé progressivement de 27 % (annexe, tableau J). Comme le montre le tableau 7, le pourcentage des stations ayant respecté le maximum souhaitable est passé de 64 % en 1978 à 87 % en 1987.Depuis 1977, aucune station n'a dépassé la teneur maximale acceptable. En 1987, la plus forte teneur annuelle moyenne (34 ppb) a été enregistrée dans un secteur commercial du centre-ville de Calgary.

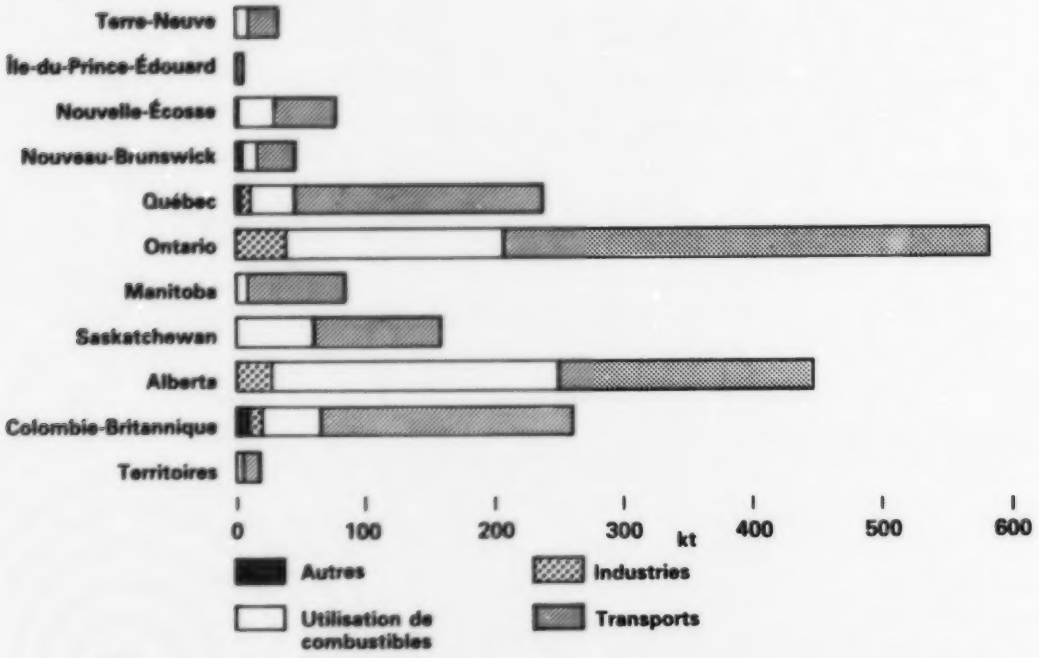


Figure 11 Oxydes d'azote - Émissions par catégorie de sources par province, 1985

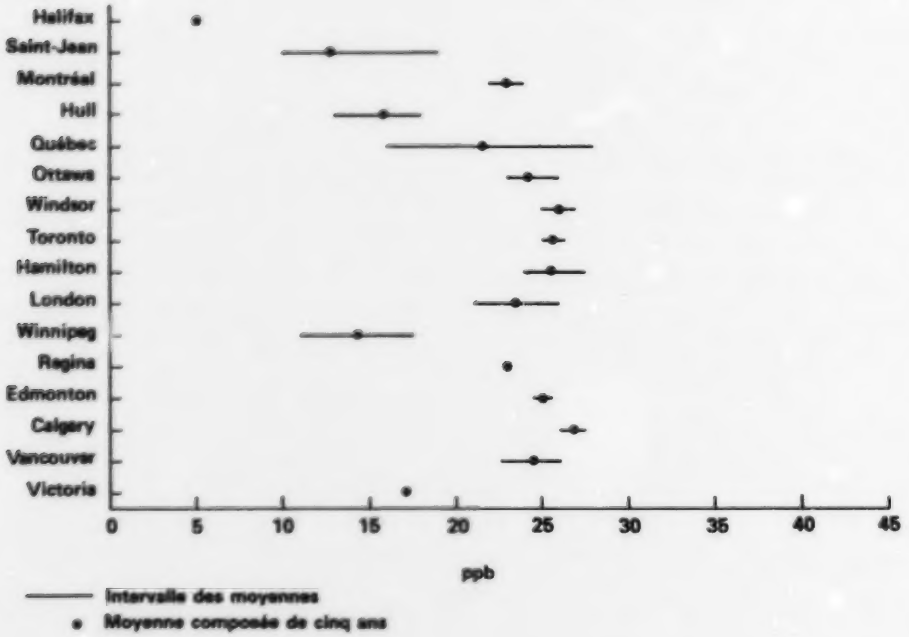


Figure 12 Dioxyde d'azote - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987

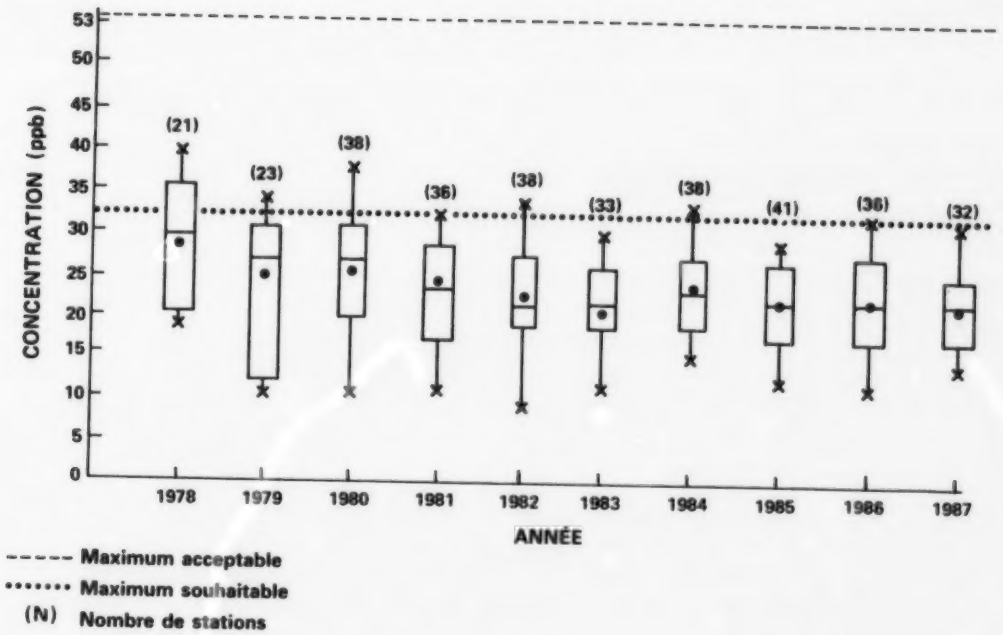


Figure 13 **Dioxyde d'azote - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987**

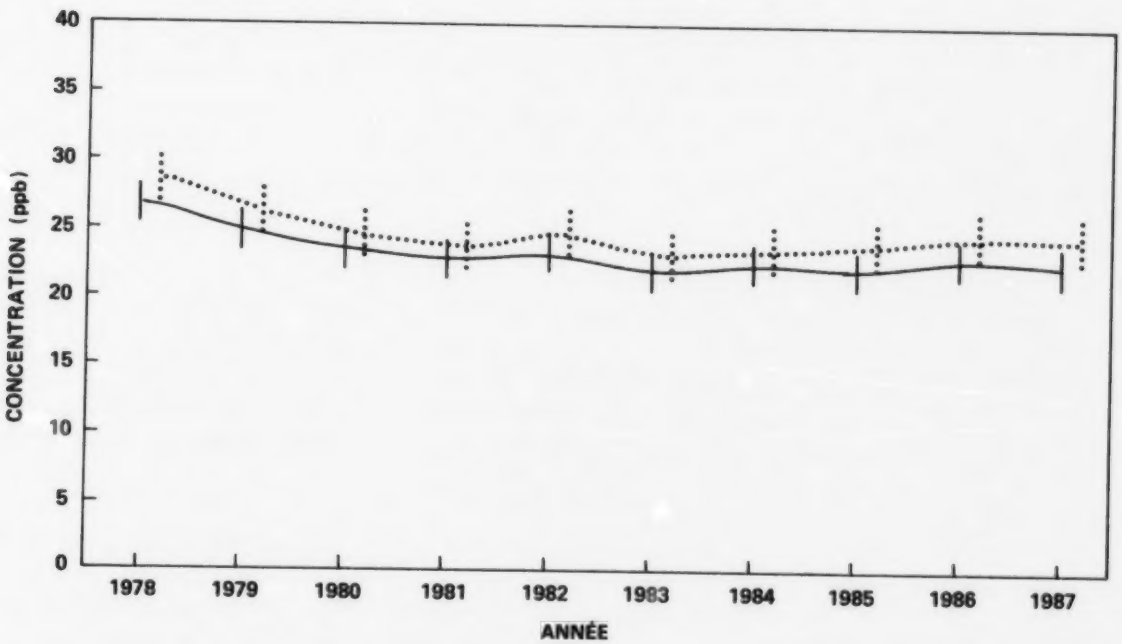


Figure 14 **Dioxyde d'azote - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

3.2 *Teneurs de courte durée*

3.2.1 Teneurs maximales de 24 h

L'évolution à long terme des teneurs annuelles moyennes de dioxyde d'azote s'est traduite par une diminution du nombre des stations ayant dépassé la teneur maximale acceptable de 24 h (tableau 7, partie B). En 1986 et 1987, toutes les stations ont respecté cet objectif de 110 ppb, comparativement à 87 % en 1978. Pendant les six dernières années, toutes les stations ont respecté la teneur maximale admissible de 24 h (160 ppb).

La figure 15 montre que les stations de la catégorie I et l'ensemble des stations suivent une même tendance générale; cependant, pour l'ensemble des stations, on observe une diminution significative (au niveau de confiance de 95 %) de 1985 à 1987 et avant 1980.

Tableau 7 **Dioxyde d'azote - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987**

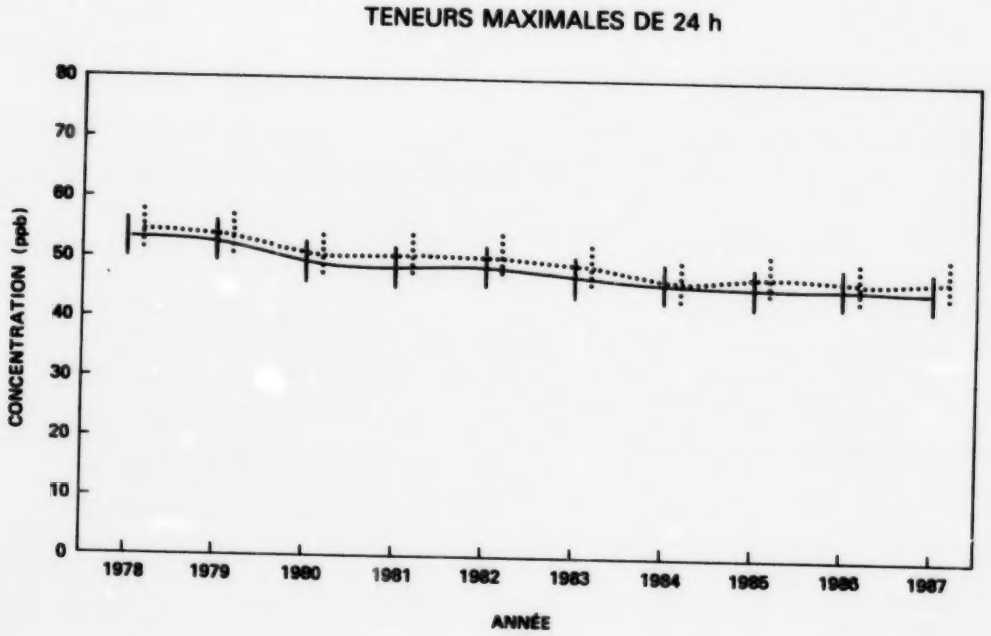
Niveau (ppb)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) Moyenne annuelle										
0 - 32*	64	76	78	86	86	97	87	90	89	87
33 - 53**	36	24	22	14	14	3	13	10	11	13
>53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stations	33	34	37	36	38	33	39	41	36	32
B) Maximum de 24 h										
0 - 110*	87	92	90	90	92	92	96	96	100	100
111 - 160**	13	8	10	8	8	8	4	4	-	-
>160	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Stations	47	49	50	49	49	50	51	51	50	49
C) Maximum de 1 h										
0 - 210*	87	96	92	86	84	96	98	100	100	100
211 - 530**	13	2	8	14	16	4	2	-	-	
>530	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Stations	47	49	50	49	49	50	51	51	50	49

* Niveau souhaitable ** Niveau acceptable

3.2.2 Teneurs maximales de 1 h

Le pourcentage de stations respectant la teneur maximale acceptable de 1 h (210 ppb) a été plus élevé de 1985 à 1987 que pendant les années antérieures; pratiquement toutes les stations ont respecté cette teneur (tableau 7, partie C). De plus, aucune station n'avait dépassé la teneur maximale admissible de 1 h (530 ppb) avant 1979 ni ne l'a fait depuis.

La tendance indiquée par la moyenne composé des teneurs horaires du 98^{e} percentile apparaît à la figure 15. On note une baisse significative (à la limite de confiance de 95 %) entre 1978 et 1987 pour ce qui est de l'ensemble des stations. Même si l'on n'observe pas de différence significative dans la courbe des stations de la catégorie I, il importe de savoir que leur évolution générale suit la même tendance.



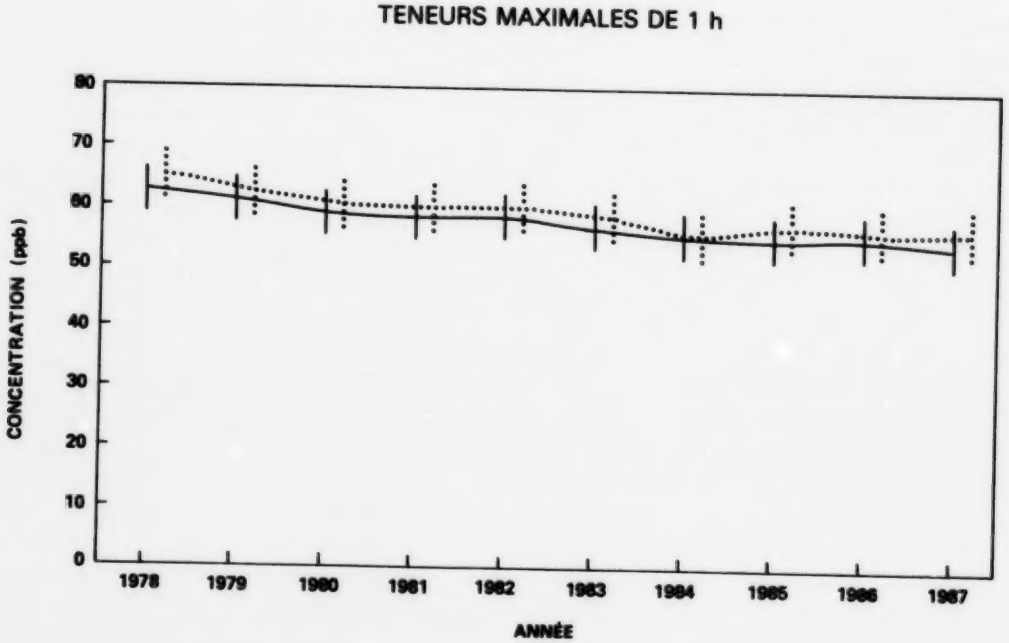


Figure 15 **Dioxyde d'azote - Moyennes composées des teneurs maximales aux limites de confiance de 95% pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore et inodore, très toxique, que l'on trouve en quantités infinitésimales dans l'atmosphère. Il résulte de la combustion incomplète des carburants et des combustibles fossiles. C'est un polluant atmosphérique important qui peut être nocif, même en faibles quantités, lorsqu'il est respiré pendant un certain temps; ces périodes sont définies dans les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant (voir les tableaux 2 et 3).

La figure 16 présente les quatre catégories des sources d'émissions de CO dans chaque province. Dans la majorité des provinces, les transports constituent la plus importante de ces catégories (environ 75 % à l'échelle nationale), les véhicules légers produisant le plus d'émissions. Les catégories des industries et de l'utilisation des combustibles produisent chacune environ 5 % des émissions. L'importance des autres sources de CO varie d'une province à l'autre; ainsi, la combustion des débris de bois (par le brûlage des rémanents et l'utilisation de brûleurs coniques) est particulièrement importante en Colombie-Britannique.

Les teneurs en monoxyde de carbone dans certaines villes d'un bout à l'autre du Canada sont indiquées à la figure 17. Il n'existe pas d'objectif annuel de qualité de l'air dans le cas du CO, mais il est intéressant de noter que la majorité des moyennes urbaines composées sur cinq ans se situent autour de 1 ppm (de 0,5 à 1,5 ppm).

4.1 Moyennes annuelles

La moyenne composée des teneurs annuelles moyennes en CO à l'échelle du RNSPA est passée de 1,5 ppm en 1978 à 1,0 ppm en 1987 (figure 18). Les teneurs plus élevées (90^{e} percentile), observées aux stations situées dans des régions plus polluées, ont baissé de 3,2 ppm en 1979 à 1,2 ppm au cours des deux dernières années.

Les nombres de stations où il y a eu un changement dans les moyennes annuelles valides pour des paires d'années consécutives sont indiqués à l'annexe (tableau C). Au cours des cinq dernières années, 70 % des stations appariées n'ont montré aucun changement, tandis que la plupart des stations qui ont varié ont enregistré des baisses des concentrations de CO. En fait, la moyenne annuelle s'est stabilisée à 1,0 ppm pendant cette période.

La figure 19 (test de Tukey) montre l'évolution de la moyenne composée des moyennes annuelles des teneurs en monoxyde de carbone pour l'ensemble des stations et les stations de la catégorie I, aux limites de confiance de 95 %. Comme dans le cas des autres polluants, cette évolution est semblable pour les deux groupes, et on peut conclure que les stations de la catégorie I constitueraient à elles seules un échantillon national représentatif. Toutefois, vu le grand nombre des stations soumises à l'analyse de variance, l'ensemble des stations constitue un meilleur indicateur des variations annuelles.

Dans le cas du monoxyde de carbone, les deux groupes montrent la même tendance à long terme, les teneurs de 1986 et 1987 pour l'ensemble des stations étant significativement inférieures (au niveau de confiance de 95 %) à celles de 1983 et des années antérieures. Ces baisses sont dues à l'amélioration des conditions dans les stations qui enregistraient généralement les teneurs les plus élevées.

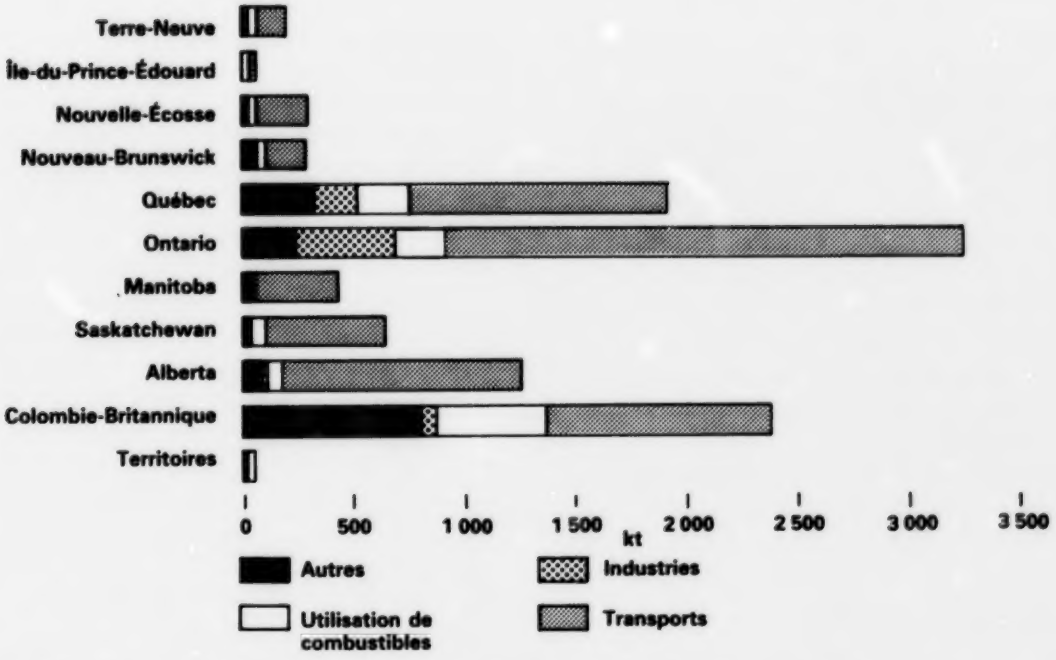


Figure 16 Monoxyde de carbone - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985

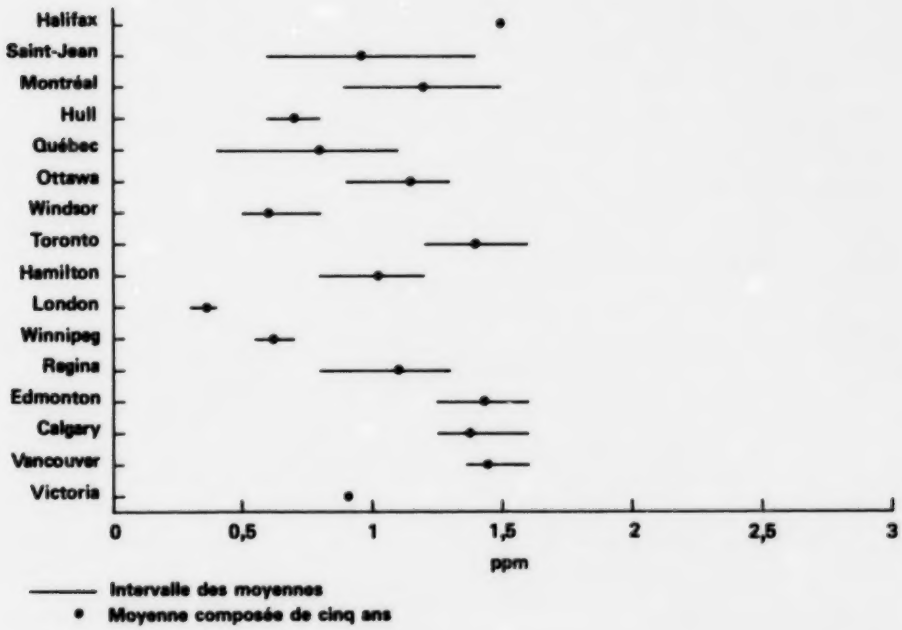
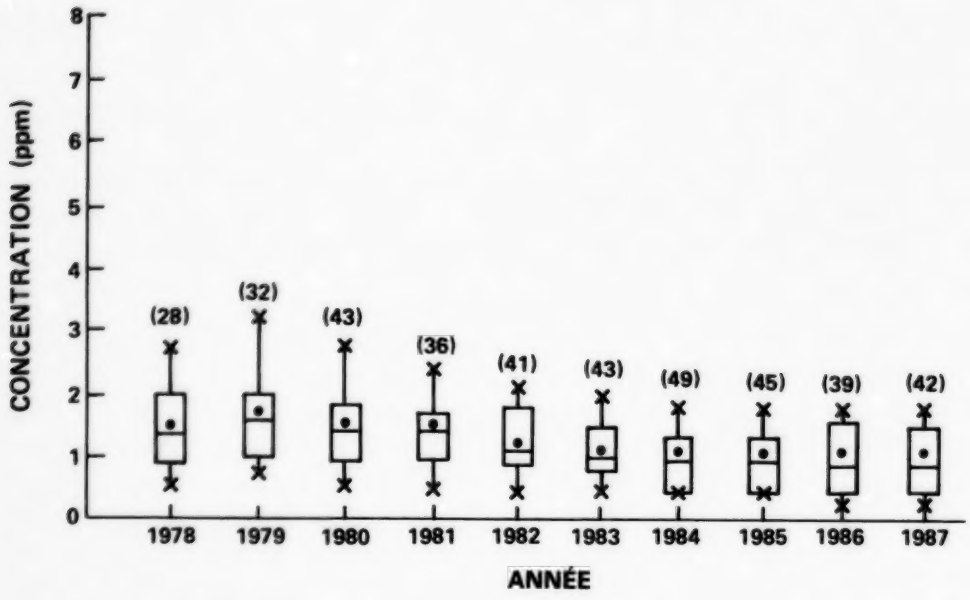


Figure 17 Monoxyde de carbone - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987



(N) Nombre de stations

Figure 18 **Monoxyde de carbone - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987**

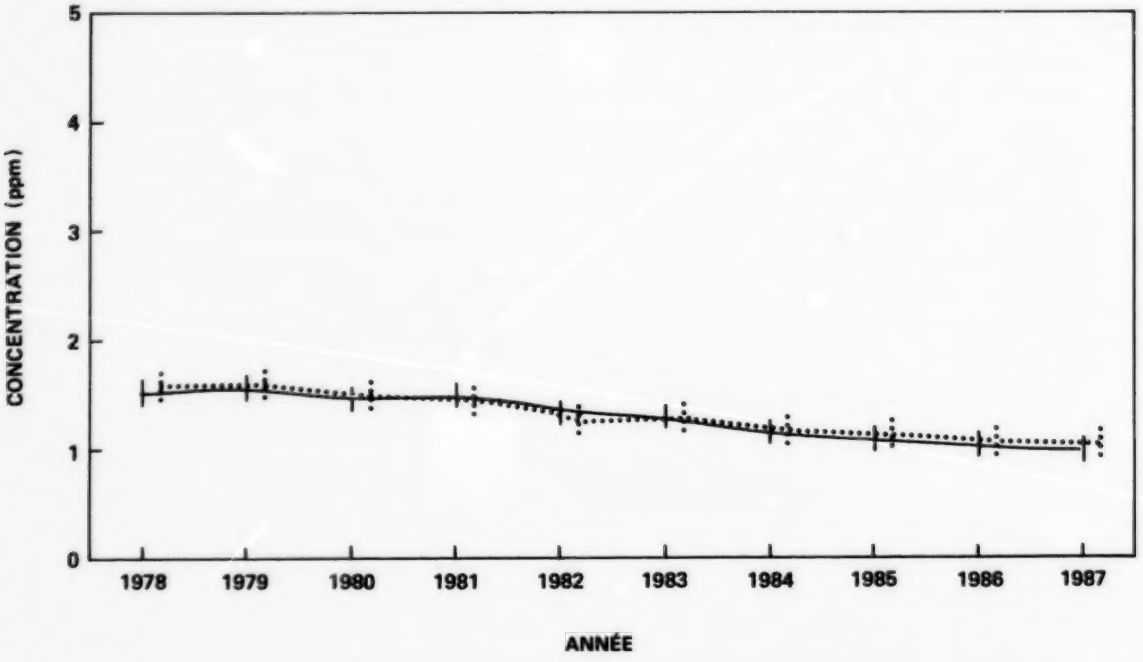


Figure 19 **Monoxyde de carbone - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

En 1987, les moyennes les plus élevées, soit 3,3 ppm et 2,2 ppm, ont été observées à des stations situées dans des zones commerciales de Toronto et de Vancouver. Ces teneurs, tout comme le nombre de stations ayant enregistré des teneurs élevées, ont beaucoup baissé dans les années 80. Étant donné qu'il s'agit de deux stations situées dans le centre-ville et à proximité de grandes artères, cette baisse traduit probablement une baisse générale des émissions des voitures particulières au cours de la période à l'étude [11]. D'après un rapport intitulé *L'énergie au Canada, offre et demande, 1983-2005 : rapport sommaire*[12], la demande de mazout et d'essence a baissé entre 1979 et 1985. Ces facteurs semblent indiquer une réduction des teneurs ambiantes en monoxyde de carbone aux stations qui enregistraient ordinairement les moyennes annuelles les plus élevées.

4.2 Teneurs de courte durée

4.2.1 Teneurs maximales de 8 h

La distribution des stations dont les moyennes de 8 h correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant de 1978 à 1987 est résumée au tableau 8 (partie A). Le pourcentage des stations respectant la norme du maximum acceptable sur 8 h est demeuré de l'ordre de 90 %, passant de 92 % en 1978 à 86 % en 1981 et à 94 % en 1987. Le nombre des stations respectant le maximum acceptable est passé de 21 % en 1978 à 49 % en 1987, tandis que celui des stations dépassant la teneur maximale admissible n'a pas varié. On a enregistré des teneurs supérieures au maximum admissible (17 ppm) en 1987 aux stations 60416C de Toronto (19 ppm) et 90122R d'Edmonton (20 ppm).

Tableau 8 Monoxyde de carbone - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987

Niveau (ppb)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) Moyenne de 8 h										
0 - 5,0*	21	18	23	13	15	25	24	36	43	49
5,1 - 13**	71	63	69	73	74	71	72	58	53	45
13,1 - 17***	6	14	4	12	6	-	2	4	2	2
>17	6	4	2	5	4	2	2	2	2	4
Stations	52	51	52	52	53	51	54	55	53	54
B) Maximum de 1 h										
0 - 210*	42	39	59	46	51	59	65	73	73	77
221 – 530**	56	55	38	46	42	37	39	33	27	21
>530	6	3	8	7	4	2	2	2	-	2
Stations	52	51	52	52	53	51	54	55	55	53

* Niveau souhaitable ** Niveau acceptable *** Niveau admissible

La figure 20 montre l'évolution de la moyenne composée des teneurs de 8 h du 98^{e} percentile pour les stations de la catégorie I et l'ensemble des stations. En l'occurrence, le deuxième groupe présente des différences interannuelles plus significatives que le premier, les teneurs observées en 1987 ayant une moyenne composée nettement plus basse que celles de 1982 et de toutes les années précédentes.

4.2.2 Teneurs maximales de 1 h

Le nombre de stations où les teneurs en CO ont dépassé le maximum souhaitable de 1 h (13 ppm) a baissé au cours des années, particulièrement en 1980 et ces deux dernières années (tableau 8, partie B). La proportion des stations où les teneurs dépassaient le maximum acceptable s'est stabilisée à 2 % pour les cinq dernières années, comparativement à 8 % en 1980. Ce n'est qu'à la station 60416C de Toronto qu'on a relevé en 1985 des teneurs dépassant les maximums acceptables de 1 h et de 8 h.

La figure 20 montre l'évolution de la moyenne composée des teneurs de 1 h du 98^{e} percentile. Encore une fois, les différences interannuelles les plus significatives apparaissent sur la courbe de l'ensemble des stations, les teneurs observées en 1987 étant beaucoup moins élevées que celles de 1982 et des années antérieures.

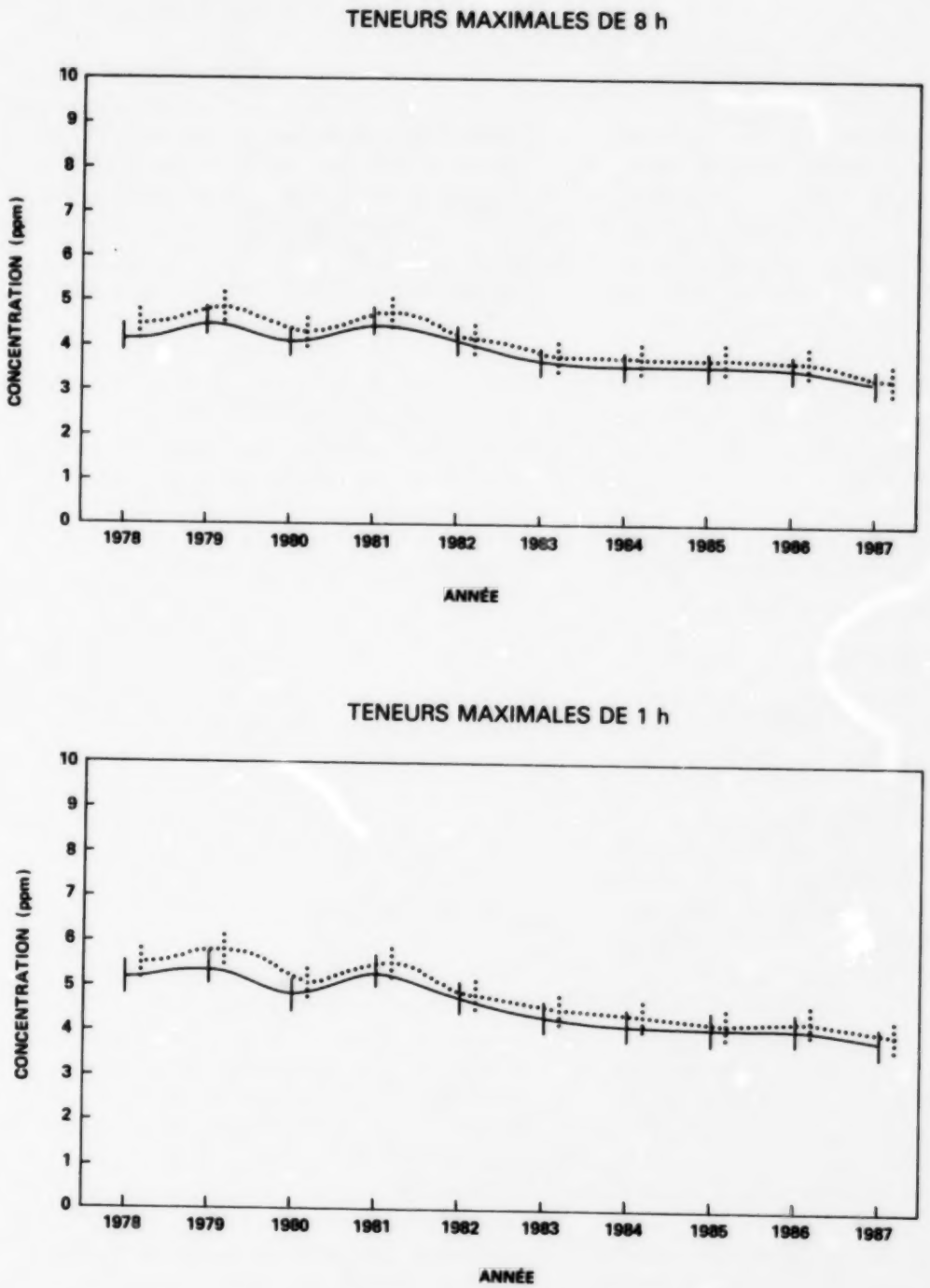


Figure 20 **Monoxyde de carbone - Moyennes composées des teneurs maximales aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

L'ozone

L'ozone est le principal gaz de la classe des oxydants totaux. L'ozone atmosphérique ou à basse altitude est un polluant secondaire en ce sens qu'il n'émane pas directement d'une source; il résulte plutôt d'une série de réactions photochimiques dans l'atmosphère qui sont activées par la température et le rayonnement solaire dans une masse d'air stagnant. Ces conditions se produisent le plus fréquemment à partir de la fin du printemps jusqu'au début de l'automne dans la plus grande partie du pays.

La figure 21 montre les émissions annuelles de composés organiques volatils (COV) en 1985 par province et par catégorie de sources.

Les transports représentent la source la plus importante de composés organiques volatils, produisant environ la moitié des émissions nationales. Les voitures particulières, les camions et les autres véhicules à moteur à essence sont les principales sources de COV dans ce secteur. Dans la catégorie «autres», les sources les plus importantes sont le réseau de distribution d'essence, l'application de revêtements de surface (peintures) ainsi que l'utilisation de solvants et de produits de nettoyage à sec. La majorité des émissions industrielles proviennent des usines pétrochimiques, des usines de plastiques et des raffineries. Les deux plus importantes sources d'émissions dans la catégorie des combustibles sont la combustion du bois de chauffage et celle des combustibles industriels.

D'après le sommaire de l'*Inventaire canadien des émissions des principaux contaminants atmosphériques*[10], la production, la distribution et la combustion des carburants et des combustibles produisent environ la moitié des COV et le quart des oxydes d'azote rejetés chaque année dans l'atmosphère au Canada. Les premiers analyseurs d'ozone ont été installés dans le RNSPA en 1973 (figure 1). Les données relatives à la période de 1973 à 1974 ont été présentées dans un rapport antérieur[1]. En l'absence d'une méthode d'étalonnage uniforme pour tout le réseau, on a constaté que ces données n'étaient pas fiables. Afin d'éviter toute évaluation inutile, on a décidé d'en retarder l'interprétation jusqu'à ce que toutes les questions de méthodologie soient résolues. Les mesures effectuées après 1978 sont fiables et cohérentes.

La figure 22 illustre les moyennes de crête des teneurs maximales en ozone dans des villes d'un bout à l'autre du Canada. Comme l'ensemble de données de six villes sur les seize utilisées pour cette analyse était incomplet, on a estimé une teneur moyenne sans indication d'intervalle.

5.1 Moyennes annuelles

Les teneurs annuelles en ozone de 1979 à 1987 sont présentées à la figure 23. En 1987, la moyenne composée des moyennes annuelles pour le réseau était de 16 ppb, les valeurs moyennes variant de 4 ppb à Vancouver (00112C) à 30 ppb à Fall River en Nouvelle-Écosse (30601R). Les moyennes annuelles à la plupart des stations du sud de l'Ontario s'échelonnaient entre 10 et 24 ppb. Les nombres de stations où les teneurs annuelles moyennes valides pour des paires d'années consécutives ont changé entre 1979 et 1987 sont indiqués en annexe (tableau D).

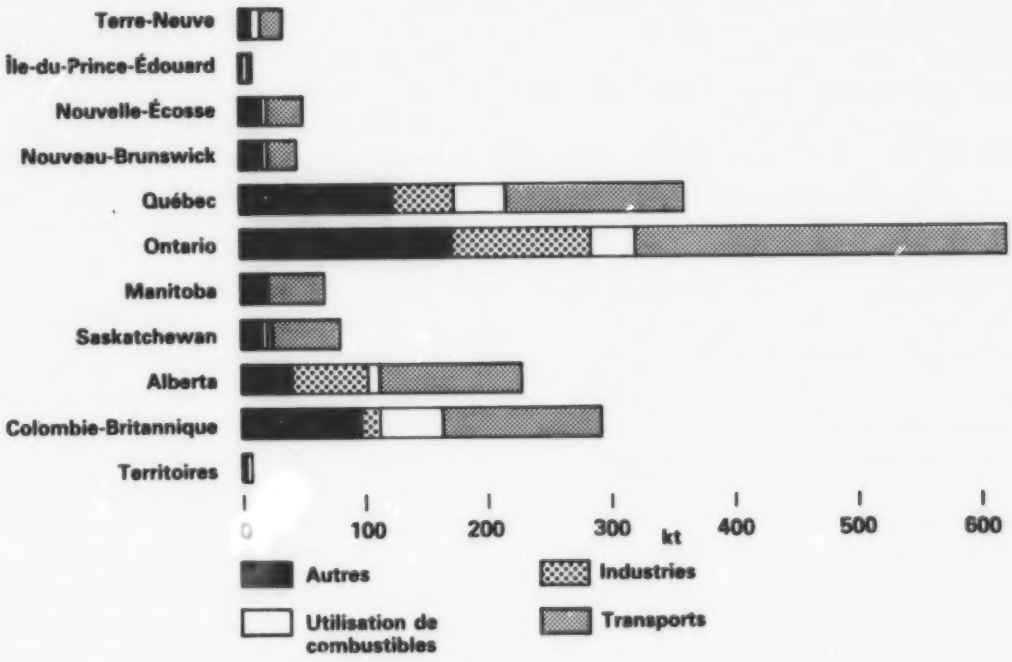


Figure 21 **Composés organiques volatils - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985**

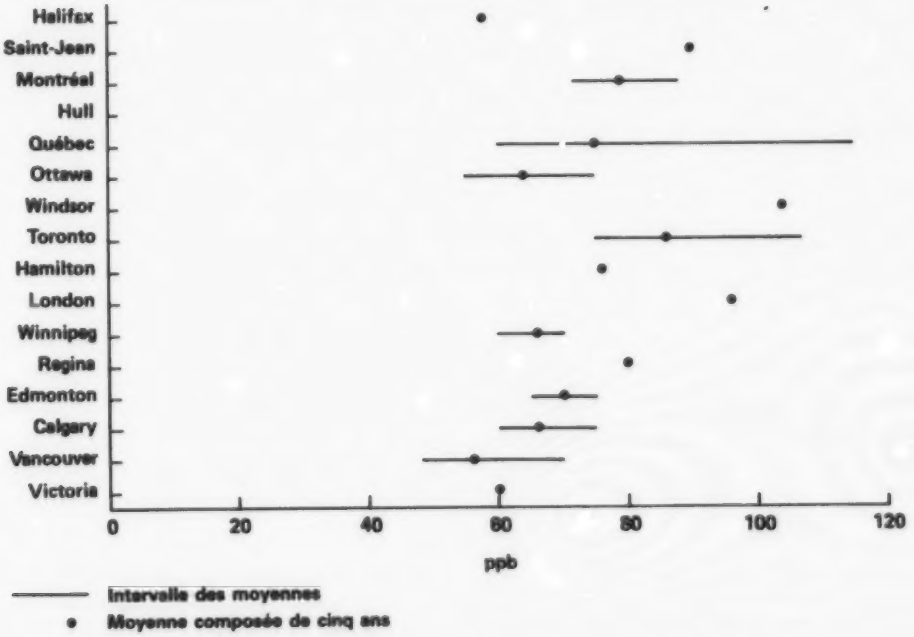


Figure 22 **Ozone - Moyennes des teneurs maximales de 1 h dans certaines villes, 1983-1987**

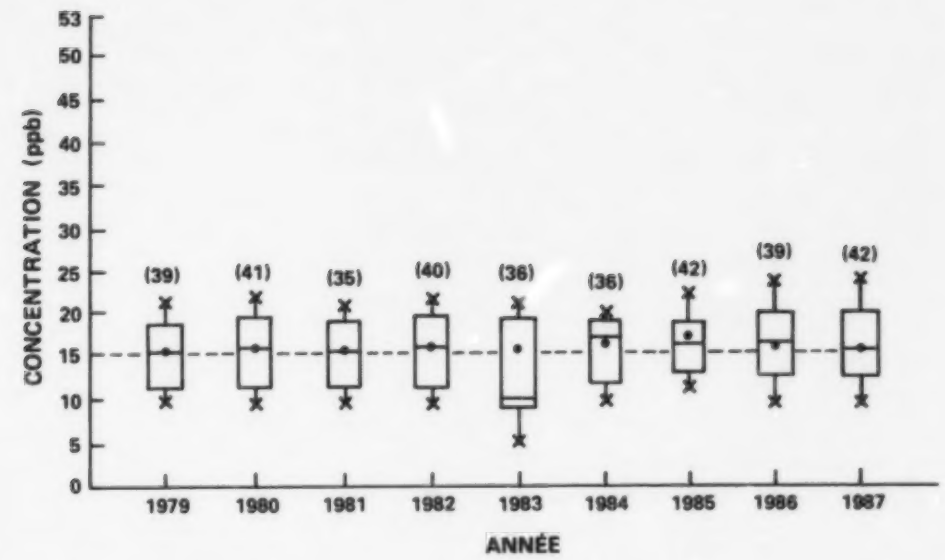


Figure 23 **Ozone - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1979-1987**

Tableau 9 **Ozone - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1979-1987**

Niveau (ppb)	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
A) Moyenne annuelle									
0 - 15**	50	46	54	45	39	41	40	31	43
>15	50	54	46	55	61	59	60	69	57
Stations	38	41	35	40	36	34	41	39	42
B) Maximum de 1 h									
0 - 50*	2	4	6	4	-	4	4	13	13
51 - 80**	16	22	26	25	34	40	45	39	32
81 - 150***	62	68	58	69	58	52	47	46	52
>150	20	6	10	2	8	4	4	1	3
Stations	45	50	50	49	50	52	51	56	60

* Niveau souhaitable ** Niveau acceptable *** Niveau admissible

On constate d'après cette analyse que les teneurs enregistrées à plus de la moitié des stations ne changent pas beaucoup d'une année à l'autre. Pendant les années où l'on a observé une augmentation du nombre et de la gravité des épisodes d'ozone (jours où la teneur en ozone dépassait le maximum acceptable), seulement un tiers des stations du réseau ont enregistré une hausse supérieure à 1 ppb de la moyenne annuelle. Les années 1983 et 1987 illustrent ce phénomène, explicable en partie par les conditions météorologiques de certaines régions du pays qui favorisent la formation d'ozone. La stabilité des moyennes annuelles indique que les teneurs aux endroits moins pollués (teneurs de fond) ne se sont pas modifiées de façon significative pendant la période d'analyse (figure 23).

Le maximum acceptable de la teneur annuelle moyenne (ONQAA) est de 15 ppb. Comme on peut le constater au tableau 9 (partie A), moins de la moitié des stations surveillées ont atteint cet objectif. Les stations dépassant cette norme sont réparties sur tout le réseau mais dominent particulièrement dans le sud de l'Ontario. Au cours des neuf dernières années, le pourcentage des stations ayant enregistré des valeurs supérieures à la teneur acceptable s'est accru et dépasse maintenant les 60 %. Dans une étude des changements climatiques du globe, le *Goddard Institute for Space Studies* de New York fait observer que la température de l'air en surface a connu un réchauffement mesurable de 1980 à 1987. Un graphique des changements annuels de la température moyenne du globe présente des sommets pour 1980, 1983 et 1987, correspondant à une fréquence plus élevée des épisodes d'ozone*. En fait, la valeur de 1987 peut ne pas être un sommet, puisque les données préliminaires de 1988, tant pour le Canada que pour les États-Unis, indiquent encore davantage d'épisodes où les teneurs en ozone sont élevées.

5.2 Teneurs maximales de 1 h

On a choisi pour le présent rapport un nouvel indicateur des teneurs maximales de 1 h en ozone. La moyenne composée du 99,9^{e} percentile fournit davantage de renseignements sur l'évolution des valeurs extrêmes (ou épisodes d'ozone) lorsque les objectifs de qualité de l'air (maximum acceptable et maximum admissible) risquent d'être dépassés. Elle correspond à la 9^{e} teneur la plus élevée enregistrée à une station, comparativement à la 120^{e} pour le 98^{e} percentile.

La figure 24 offre une représentation géographique du nombre moyen de jours par année où la teneur acceptable de 1 h en ozone a été dépassée. Elle permet de constater que quatre villes ont une moyenne de plus de dix jours par an où le maximum acceptable a été dépassé pendant au moins une heure, et que neuf autres villes en ont au moins cinq. Ce résultat est significatif, étant donné que la majorité des dommages causés par l'ozone se produisent lorsque les objectifs sont dépassés pendant au moins une heure. Les objectifs de qualité de l'air concernant l'ozone sont indiqués au tableau 2, tandis que le tableau 3 énumère certains effets nocifs de cette substance sur la végétation et la santé humaine pour ce qui est de l'objectif de 1 h.

Le tableau 9 (partie B) présente la distribution en pourcentage des stations respectant les niveaux souhaitable, acceptable et admissible définis par les objectifs nationaux pour les

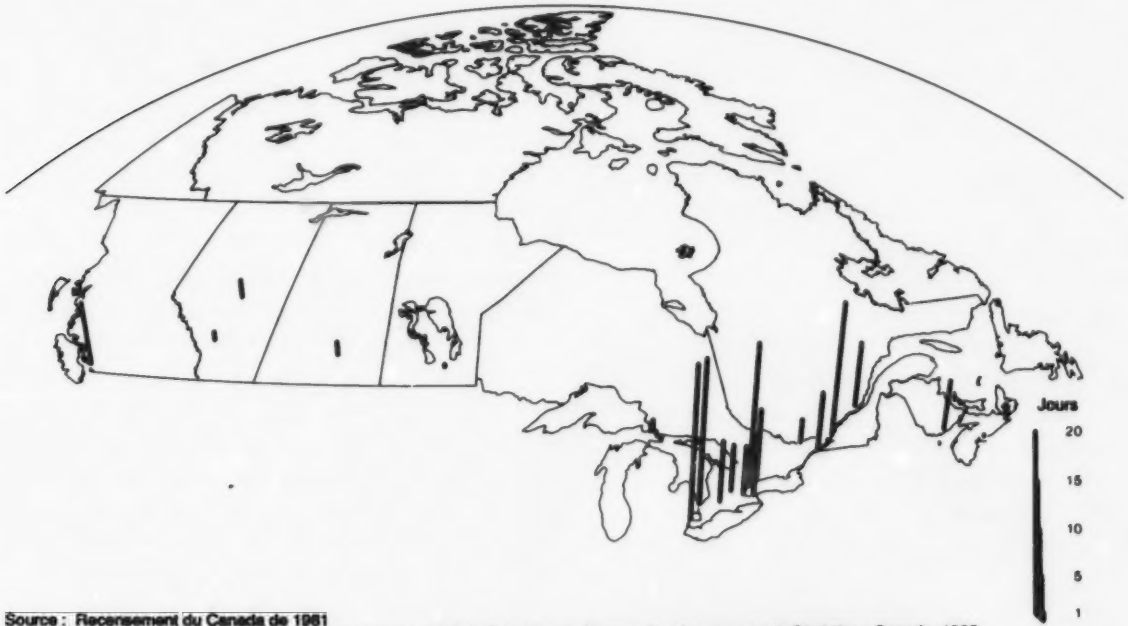
* «Global Climate Changes as Forecast by Goddard Institute for Space Studies, Three Dimensional Model», *Journal of Geophysical Research*, vol. 93, n° 8, 20 août 1988, p. 9341-9364.

moyennes de 1 h. Pendant les quatre dernières années, près de la moitié des stations ont dépassé la teneur maximale acceptable au moins une fois, tandis que la proportion des stations conformes au maximum souhaitable a atteint un sommet de 13 % pendant les deux dernières années. Par comparaison, en 1979, seulement 2 % des stations respectaient la teneur maximale souhaitable de 1 h.

La teneur maximale admissible a été dépassée à une seule station en 1986, comparativement à neuf en 1979. De 1983 à 1987, l'objectif du maximum admissible a été dépassé dans les villes suivantes : Montréal (1983, 1984, 1985), Toronto (1983), Oshawa (1983), Vancouver (1983), Saint-Jean (1984), Québec (1985), Halifax (1986), Sarnia (1987) et Oakville (1987).

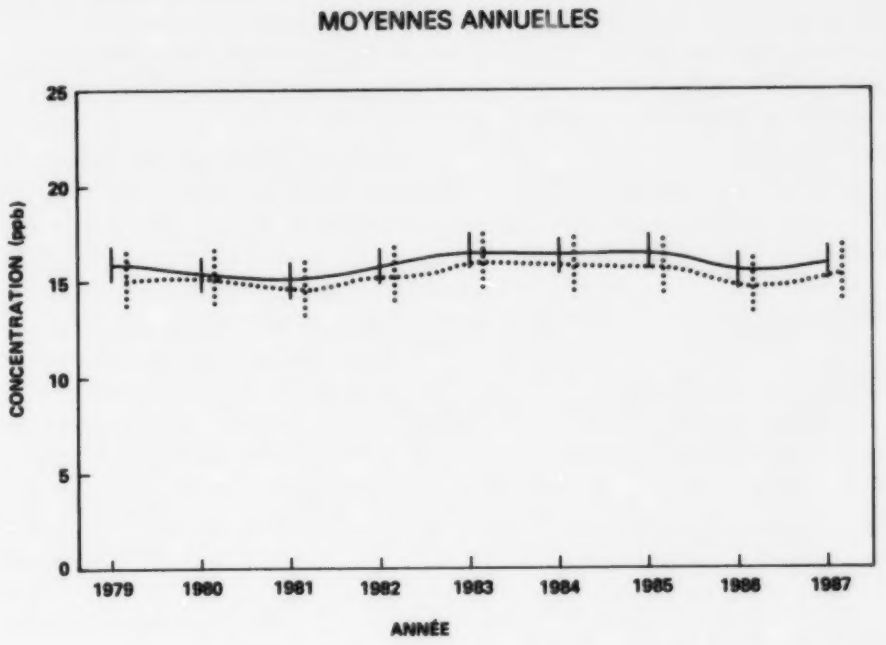
L'évolution des moyennes composées des teneurs maximales de 1 h indique une baisse de 20 % de 1979 à 1987, et l'analyse de régression linéaire (tableau 4) montre que ce changement est significatif (au niveau de confiance de 99,9 %). On a observé des écarts en 1983 et 1987, les valeurs enregistrées étant plus élevées en raison d'une incidence plus fréquente de jours où la teneur en ozone a été forte dans les stations de l'Est (figure 24).

On peut comparer, dans la figure 25 (test de Tukey), les changements d'une année à l'autre dans les teneurs maximales en ozone. Il est évident que 1986 représente la moyenne composée la plus faible (de 1979 à 1987) et que celle de 1987 est légèrement supérieure. Toutefois, les teneurs en ozone pour les deux années sont nettement plus faibles (au niveau de confiance de 95 %) qu'en 1983, 1980 et 1979, respectivement. Pour la plupart des années, les moyennes des stations de la catégorie I sont inférieures à celles de l'ensemble des stations. Cela s'explique probablement par des niveaux plus élevés d'oxydes d'azote (et par conséquent de piégeage) aux stations de surveillance de la



Source : Recensement du Canada de 1981
Cartes tracées par la Sous-division de la géocartographie et l'Unité de la statistique sur l'environnement de Statistique Canada, 1988

Figure 24 Ozone - Nombre moyen de jours par année où la teneur acceptable de 1 h a été dépassée, 1982-1986



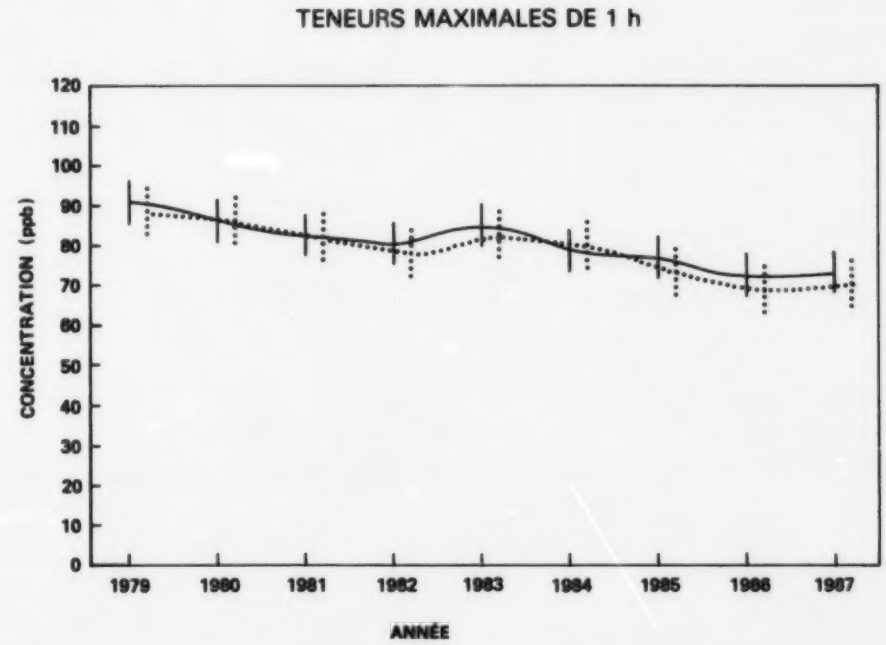


Figure 25 **Ozone - Évolution des moyennes annuelles et des teneurs maximales de 1 h pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1979-1987**

catégorie I qui sont situées au centre des villes. Il est intéressant de noter que la courbe des moyennes maximales de 1 h présente des changements significatifs de 1979 à 1987. Au contraire, la courbe illustrant les moyennes annuelles ne présente pas de changement significatif. Cette analyse indique que la gravité des épisodes d'ozone a diminué de façon significative pendant la période d'analyse.

Les particules en suspension

L'expression «particules en suspension» (PS) désigne une grande variété de particules solides ou liquides qui, en raison de leurs dimensions et de leur forme, peuvent rester en suspension dans l'atmosphère. Les particules peuvent être divisées en deux grandes catégories : grosses et fines. Les grosses particules se composent de cristaux, tandis que les fines contiennent surtout de la suie et d'autres sous-produits de combustion. Ces sous-produits peuvent jouer un rôle dans les processus secondaires (chimiques) qui aboutissent à la formation d'acides.

Les particules constituent la forme de pollution atmosphérique la plus couramment perçue : elles réduisent la visibilité, salissent les matières exposées et irritent les voies respiratoires. On a déterminé les sources anthropiques les plus importantes des émissions de particules au Canada; elles sont indiquées à la figure 26.

Ces sources appartiennent à quatre catégories principales : les industries, qui produisent 50 % des particules en suspension dans tout le Canada, notamment l'extraction et l'enrichissement du minerai de fer, l'exploitation de mines et de carrières ainsi que la fabrication de pâtes et papiers; l'utilisation de combustibles, principalement dans les centrales thermiques; les transports, surtout les véhicules à moteur à essence; et d'autres sources, comme l'incinération et le brûlage des rémanents.

Il existe aussi des sources naturelles de particules, comme les poussières envolées des champs et des matières stockées en tas, les pollens, les embruns et les feux de forêt.

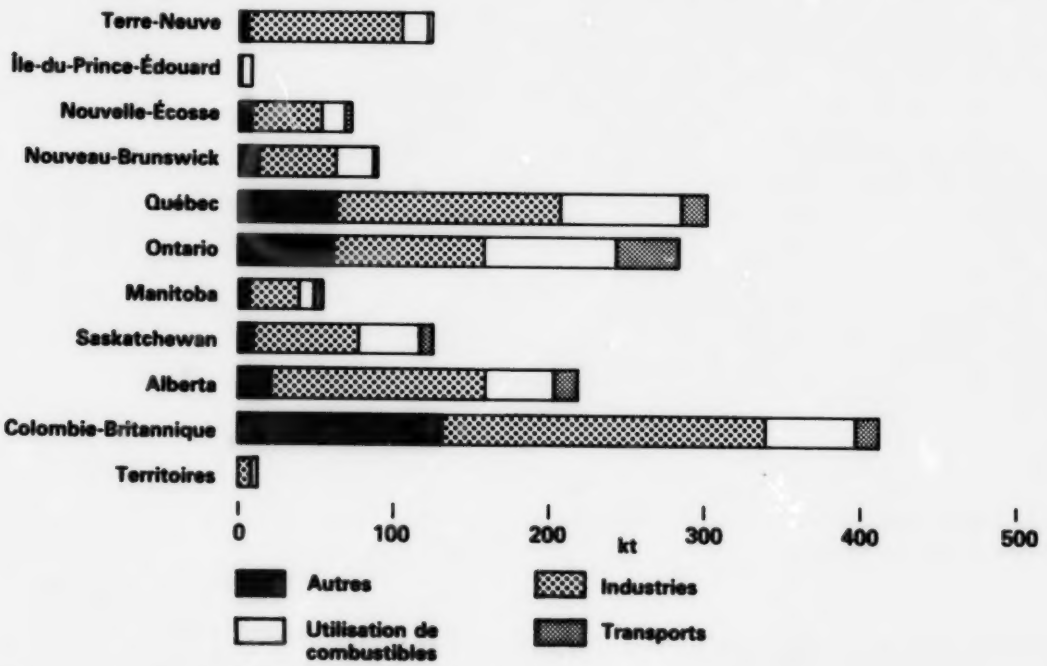


Figure 26 Particules en suspension - Émissions par catégorie de sources et par province, 1985

Les conditions météorologiques locales, comme la température, le vent, les précipitations et le couvert végétal, influent également sur les teneurs en particules dans les villes, particulièrement en ce qui concerne le déplacement de la poussière soulevée par la circulation routière.

La figure 27 illustre les moyennes composées quinquennales des particules dans des villes d'un bout à l'autre du Canada. La plupart des moyennes urbaines restent en deçà de la teneur maximale souhaitable de 60 $\mu g/m^3$. Hamilton est la seule ville à avoir dépassé cette norme, enregistrant une teneur maximale acceptable de 70 $\mu g/m^3$.

Les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant concernant les moyennes annuelles et les teneurs moyennes de 24 h en particules sont énumérés dans les tableaux 2 et 3. Toutefois, étant donné le calendrier d'échantillonnage (aux six jours) du RNSPA, seule la moyenne annuelle sert à déterminer l'évolution du phénomène[13].

6.1 Moyennes géométriques annuelles

Entre 1978 et 1987, les moyennes composées des moyennes géométriques annuelles des stations ont diminué d'environ 20 %, la valeur moyenne annuelle de 1987 se situant à 48 $\mu g/m^3$ (figure 28 et annexe, tableau J). Cette diminution peut être attribuable à l'amélioration des conditions aux endroits les plus pollués. En outre, les moyennes annuelles du 90^e percentile sont tombées ces dernières années sous le maximum souhaitable.

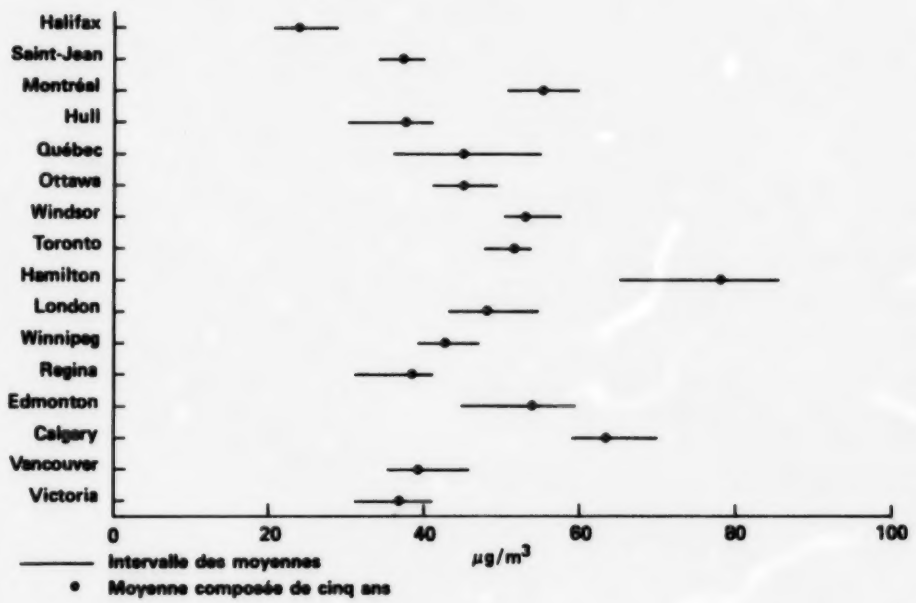


Figure 27 Particules en suspension - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987

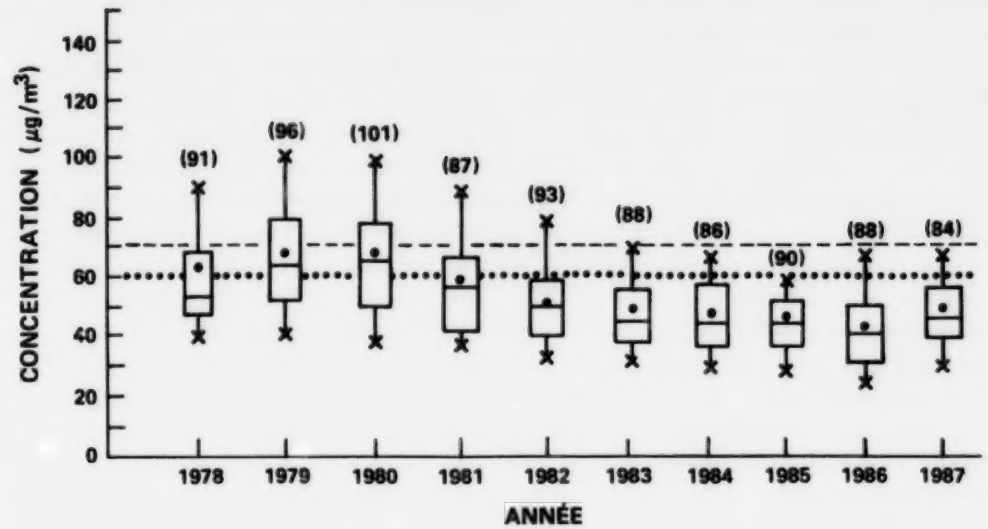


Figure 28 **Particules en suspension - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987**

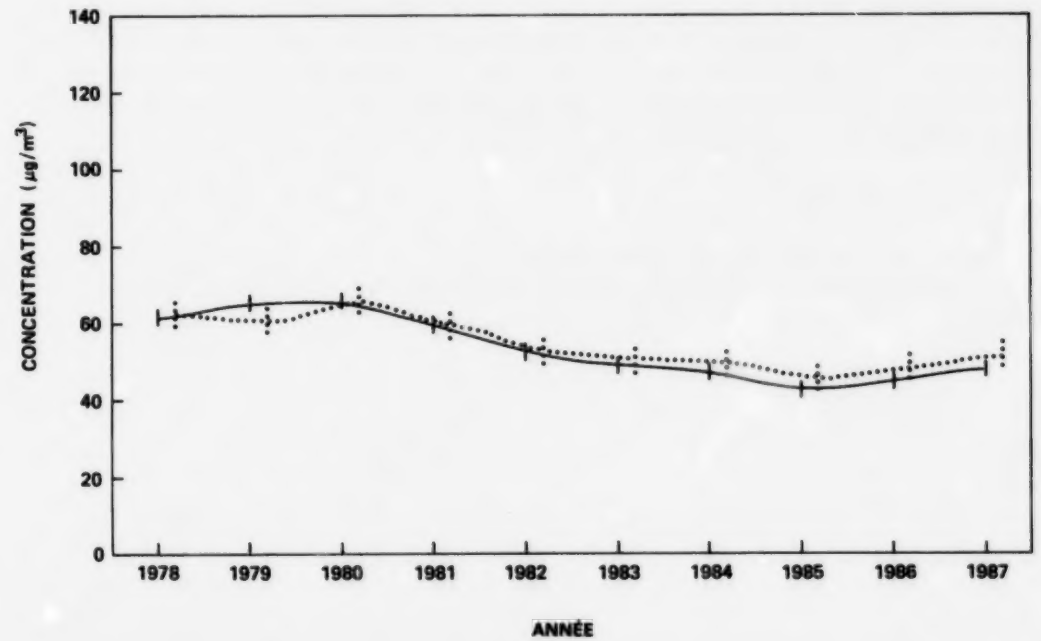


Figure 29 **Particules en suspension - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

On peut trouver dans l'annexe (tableau E) les nombres de stations affichant, dans leurs moyennes annuelles valables pour des paires d'années consécutives, des variations supérieures à 4 $\mu g/m^3$ de 1978 à 1987. Ce tableau montre que la moyenne annuelle plus élevée de 1987 résulte de faibles hausses à 42 % des stations du réseau.

L'évolution sur dix ans (test de Tukey) des moyennes annuelles composées pour l'ensemble des stations et celles de la catégorie I est illustrée à la figure 29. Bien que l'évolution générale des deux groupes de stations soit analogue, les valeurs absolues présentées par les stations de catégorie I sont plus élevées. Ces dernières années, le parallélisme est tel que les stations de la catégorie I peuvent à elles seules fournir un échantillon représentatif des teneurs en particules.

Cependant, étant donné qu'un plus grand nombre de stations sont utilisées pour l'analyse (test de Tukey), l'ensemble des stations donne une meilleure idée de l'évolution d'une année à l'autre. On peut constater que les teneurs observées en 1985 constituent une amélioration significative (au niveau de confiance de 95 %) par rapport à celles des années précédentes, tandis que 1987 représente une amélioration significative par rapport à 1981 et à toutes les années antérieures. La figure 28 montre que, depuis 1978, les moyennes annuelles du réseau sont inférieures à la teneur maximale acceptable établie par les objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant.

Il y a eu une amélioration générale dans tout le pays quant aux teneurs de particules en suspension. Depuis les cinq dernières années, les moyennes annuelles du 90^e percentile, représentant les endroits les plus pollués, restent à l'intérieur du niveau acceptable de 60 à 70 $\mu g/m^3$. De 1978 à 1987, les teneurs moyennes annuelles du réseau sont tombées de 60 $\mu g/m^3$ à moins de 50 $\mu g/m^3$.

La hausse des moyennes annuelles pendant les deux dernières années de l'analyse peut être attribuable à des étés chauds et secs, pendant lesquels les conditions sont favorables à la hausse des concentrations de poussières poussées par le vent. Une comparaison des moyennes annuelles des stations avec les objectifs nationaux est fournie au tableau 10.

Tableau 10 Particules en suspension - Pourcentages de stations dont les relevés correspondent aux divers niveaux de qualité de l'air ambiant, 1978-1987

Niveau ($\mu g/m^3$)	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Moyenne géométrique annuelle										
0 - 60*	56	48	44	61	80	81	79	92	88	83
61 - 70**	17	18	22	21	8	9	12	6	4	9
>71	27	34	34	18	12	10	9	2	8	8
Stations	95	95	101	87	93	88	86	88	88	85

* Niveau souhaitable ** Niveau acceptable

6.2 *Niveaux souhaitable et acceptable*

La hausse du nombre de stations dont la moyenne annuelle est conforme aux niveaux souhaitable et acceptable est un autre indice de la baisse des teneurs en particules. En 1985, seulement 2 % des stations ne respectaient pas la teneur maximale acceptable de 70 $\mu g/m^3$ de particules en suspension. Bien que le pourcentage des stations dépassant cette norme ait augmenté pour s'établir à 8 % en 1987, les résultats n'en restent pas moins nettement meilleurs qu'en 1979 et 1980, lorsque 34 % des stations ne pouvaient respecter l'objectif du maximum acceptable. De même, le pourcentage des stations ayant une moyenne annuelle inférieure au maximum souhaitable de 60 $\mu g/m^3$ est passé d'un minimum de 44 % en 1980 à plus de 80 % en 1986 et 1987.

On a enregistré les moyennes annuelles les plus élevées en 1987 aux stations 60503I de Hamilton (77 $\mu g/m^3$), 50109C de Montréal (106 $\mu g/m^3$) et 90204C de Calgary (85 $\mu g/m^3$). Les autres villes où des stations ont observé des moyennes annuelles supérieures au maximum souhaitable de 60 $\mu g/m^3$ sont Prince George, Vancouver, Edmonton, Kitchener, London, Toronto et Windsor. Les fortes teneurs de particules en suspension sont généralement liées au fait que les stations se trouvent à proximité de grands axes routiers, d'industries lourdes ou de chantiers de construction.

Section 7

Le plomb

Le plomb est un métal lourd qui, on le sait depuis longtemps, peut être nocif pour les humains lorsqu'il est ingéré ou respiré; il est particulièrement dangereux pour les enfants de moins de 10 ans. Le plomb et des composés du plomb sont présents dans l'air comme constituants des particules en suspension. On en détermine la teneur par l'analyse des filtres utilisés pour l'échantillonnage des particules.

La figure 30 indique, pour chaque province, les émissions de plomb provenant de quatre catégories de sources en 1987. De toute évidence, les industries constituent la principale source d'émissions de plomb dans l'environnement. Néanmoins, un rapport d'Environnement Canada affirme qu'il existe une corrélation importante entre les émissions de plomb dues aux transports et les teneurs en plomb mesurées dans le milieu ambiant. Les sources de plomb au Canada dans divers secteurs économiques comme l'extraction, le traitement et la fusion des métaux sont énumérées dans un rapport d'Environnement Canada qui dresse l'inventaire des émissions de plomb[15]. En 1987, les émissions des véhicules automobiles représentaient environ un tiers des émissions nationales, en baisse marquée par rapport aux 63 % enregistrés en 1982. Cette tendance devrait se maintenir à mesure que les additifs au plomb ajoutés à l'essence sont éliminés progressivement.

À la figure 31, on peut voir les teneurs en plomb dans certaines villes pendant les cinq dernières années. Dans la plupart des cas, les teneurs actuelles se situent à l'extrémité inférieure des intervalles indiqués pour les moyennes urbaines quinquennales. Dans l'ouest du Canada, il semble que le parc automobile «plus ancien»* fasse un plus grand usage de carburants au plomb. Le tableau I de l'annexe indique des chutes spectaculaires des teneurs en plomb aux endroits où l'on enregistrait auparavant les concentrations les plus élevées. Il convient également de noter que, depuis 1983, les teneurs moyennes et maximales ont diminué de 70 %, bien que la baisse des teneurs en plomb dans l'ouest du Canada n'ait été que d'environ 50 %.

Entre 1978 et 1987, la moyenne composée des teneurs annuelles moyennes des stations a diminué d'environ 76 % (tableau J de l'annexe et figure 32). En fait, la moyenne annuelle a baissé de 45 % depuis 1985. Les conditions se sont constamment améliorées aux endroits les plus pollués, comme le montre la diminution des teneurs du 90^{e} percentile. Les nombres de stations pour lesquelles on dispose de moyennes annuelles valides pour des paires d'années consécutives sont indiqués dans l'annexe (tableau F). Le nombre des stations affichant des baisses supérieures à 0,04 $\mu g/m^3$ a dépassé celui des stations qui n'ont pas varié, et celles-ci représentent 52 % de toutes celles ayant exercé une surveillance des teneurs en plomb.

* Le terme «plus ancien» renvoie au fait que les automobiles ont tendance à durer plus longtemps dans l'ouest du Canada. On estime qu'en Colombie-Britannique, 25 % des véhicules automobiles en circulation ont plus de 10 ans, tandis que, dans l'est du Canada, il n'y en aurait que 7 %. Les automobiles plus anciennes ont également des taux plus élevés d'émissions de NO_X, d'hydrocarbures et de CO.

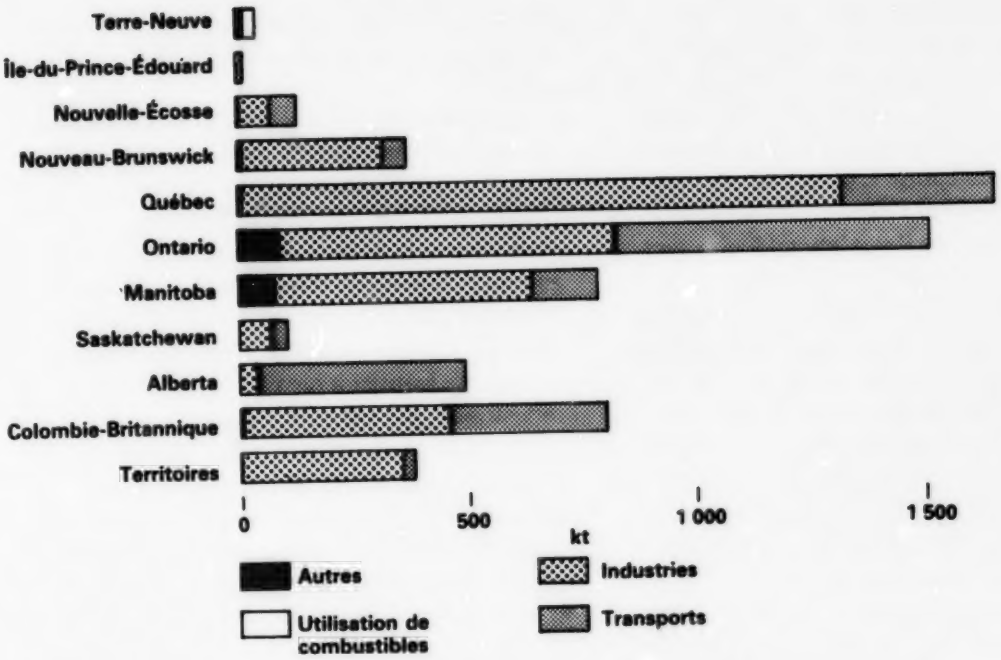


Figure 30 Plomb - Émissions par catégorie de sources et par province, 1987

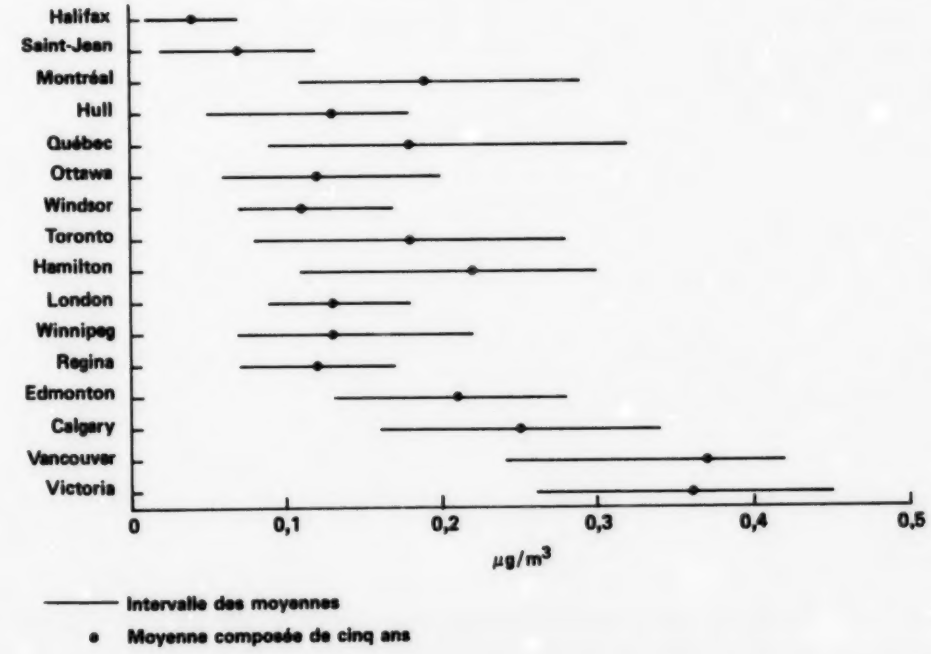


Figure 31 Plomb - Teneurs annuelles moyennes dans certaines villes, 1983-1987

Les moyennes composées des teneurs annuelles moyennes en plomb relevées à certaines stations du réseau (données valides pour 7 à 10 ans) sont présentées à la figure 33. Les teneurs sont nettement plus élevées dans les stations de la catégorie I, ce qui est logique, puisque celles-ci sont surtout situées dans le centre des villes, où l'on s'attend à observer une densité de circulation et des teneurs en plomb supérieures. Pour les deux groupes de stations, les données montrent que les moyennes suivent une évolution parallèle, mais la moyenne des stations de la catégorie I reste quelque peu supérieure à celle de l'ensemble des stations. Les résultats du test de Tukey sont présentés à la figure 33 pour l'ensemble des stations, et il semble y avoir une baisse significative tous les deux ou trois ans. L'analyse de l'évolution récente révèle que les teneurs observées en 1987 sont nettement inférieures à celles de 1985 et des années antérieures. L'abandon graduel de l'essence au plomb devrait accentuer la baisse à mesure qu'on s'approche des teneurs de fond.

Depuis toujours, les teneurs en plomb les plus élevées sont enregistrées dans les villes. On présente dans l'annexe (tableau I) les coordonnées des stations, les teneurs observées et la densité de la circulation automobile pour les stations ayant enregistré les teneurs les plus élevées en 1983, que l'on compare à celles de 1987. Certaines stations peuvent se trouver à proximité d'une source industrielle, par exemple une fonderie ou une installation de récupération des métaux, tandis que d'autres sont très éloignées des zones industrielles. Néanmoins, l'une de leurs caractéristiques communes est la proximité de grands axes routiers ou, plus précisément, de la principale source d'émissions de particules de plomb en suspension dans l'atmosphère urbaine, c'est-à-dire les véhicules automobiles à moteur à essence.

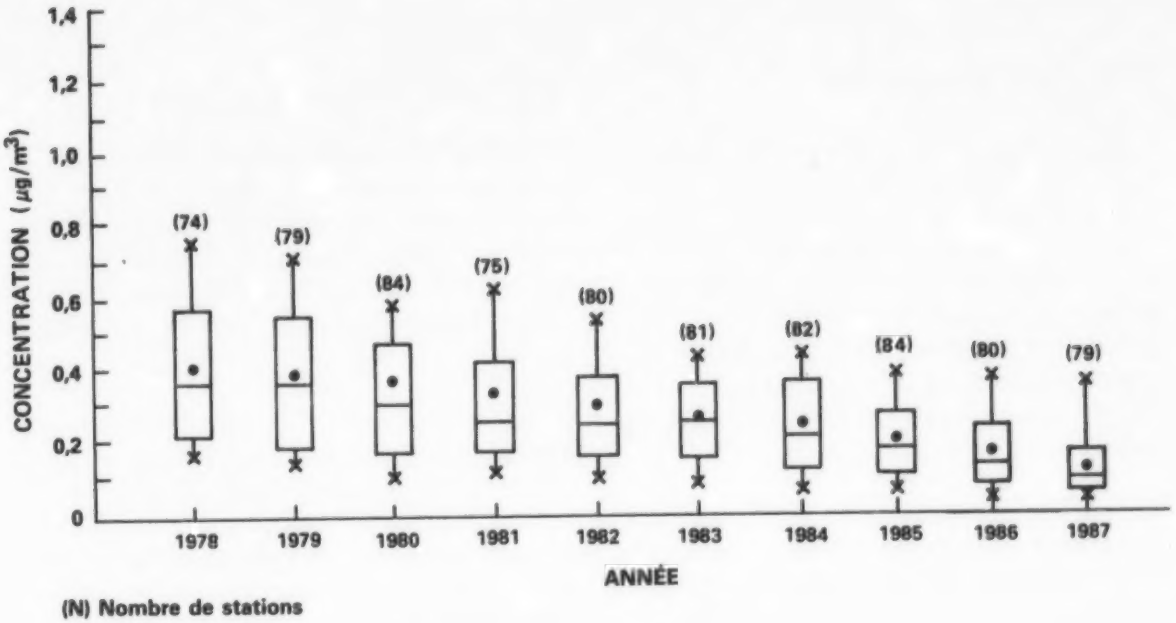


Figure 32 **Plomb - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987**

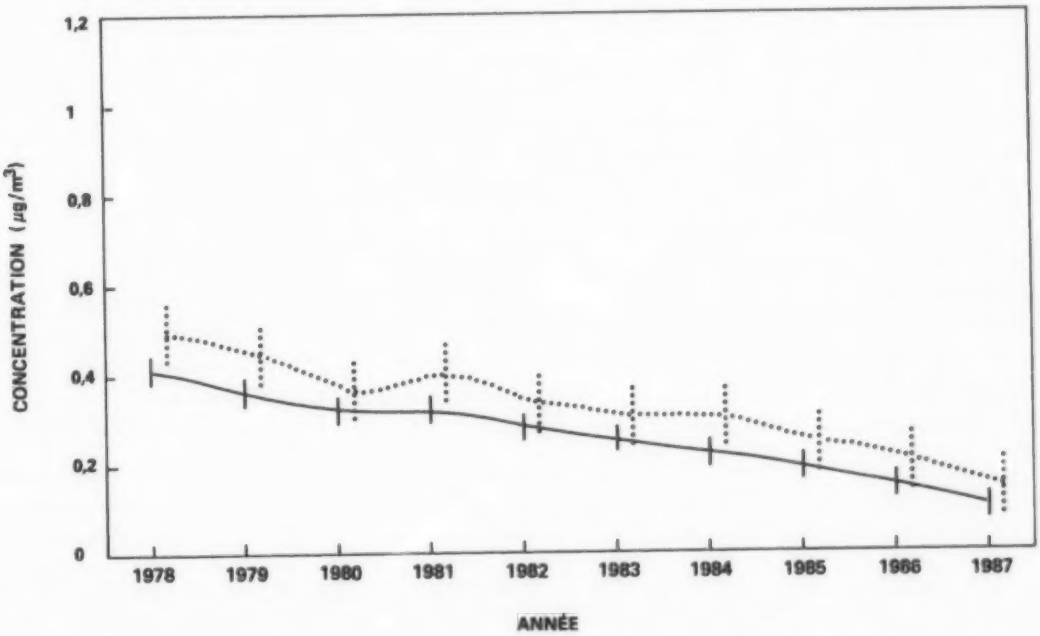


Figure 33 **Plomb - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

Section 8

L'indice d'opacité

L'indice d'opacité mesure le pouvoir noircissant ou opacifiant des fines particules atmosphériques et s'exprime en COH. Aucun objectif national de qualité de l'air ambiant n'a été établi pour ce paramètre. Les sources les plus probables de fines particules sont l'utilisation de combustibles, les processus industriels, les gaz d'échappement des véhicules, le brûlage à des fins agricoles et le brûlage des rémanents.

Comme le montrent la figure 34 et le tableau J de l'annexe, la moyenne composée des moyennes annuelles des indices des stations n'a guère varié de 1978 à 1987. L'indice d'opacité a atteint un sommet de 0,30 COH en 1981 et 1982, mais il a reculé depuis à 0,28 COH en 1987, soit une baisse d'environ 6 %. Celle-ci s'explique en majeure partie par les teneurs moindres observées aux endroits traditionnellement les plus pollués.

En dépit de la faible amélioration de l'indice d'opacité moyen, l'analyse statistique (régression linéaire) des changements pendant la période de 1978 à 1987 montre une diminution significative de l'indice d'opacité au niveau de confiance de 95 %.

Les indices moyens pour certaines villes sont présentés dans la figure 35. Sauf pour trois villes du sud de l'Ontario, toutes les moyennes quinquennales sont de l'ordre de 0,3 COH.

Le tableau G de l'annexe indique les changements aux stations où l'on dispose de données sur les moyennes annuelles pour des paires d'années consécutives. Le nombre des stations où l'on mesure l'indice d'opacité est tombé progressivement de 53 en 1978 à 23 en 1987.

La figure 36 montre les résultats du test de Tukey visant à déterminer les variations à long terme de la moyenne annuelle des valeurs de l'indice d'opacité pour les stations de la catégorie I et pour l'ensemble des stations. Les courbes de deux groupes de stations coïncident presque. Cependant, dans les stations de la catégorie I, les indices ont tendance à être légèrement plus élevés que pour l'ensemble des stations ces dernières années; cela s'explique par leur situation dans le centre des villes. Les résultats du test de Tukey pour l'ensemble des stations n'indiquent pas de changements significatifs (au niveau de confiance de 95 %) entre 1978 et 1987, étant donné que les limites de confiance se recoupent.

Dans des villes comme Montréal, Toronto, Hamilton, Windsor et Vancouver, les indices d'opacité élevés précédemment observés[2] se sont maintenus. En 1987, la station 60501C de Hamilton a enregistré la plus forte moyenne annuelle (0,55 COH).

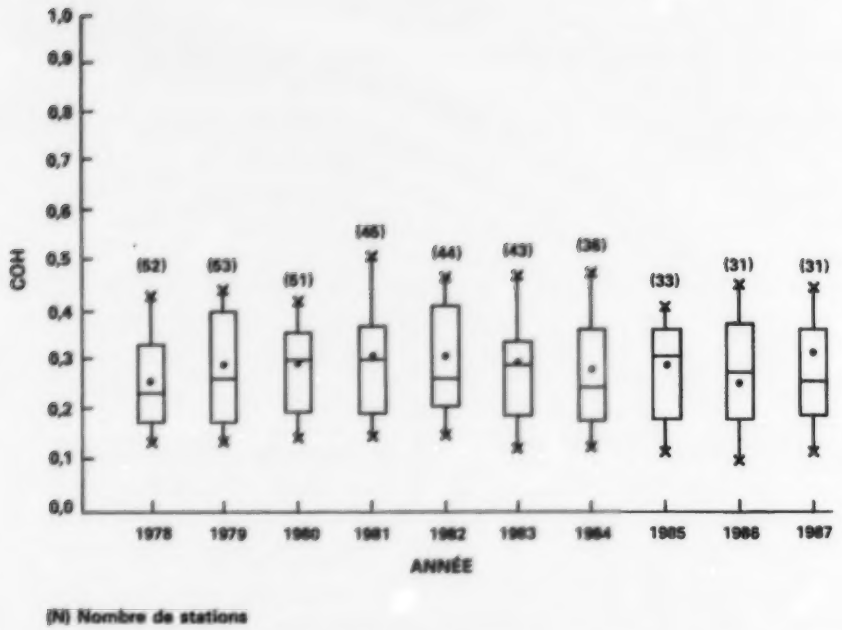


Figure 34 Indice d'opacité - Distribution des données sur les moyennes annuelles des stations, 1978-1987

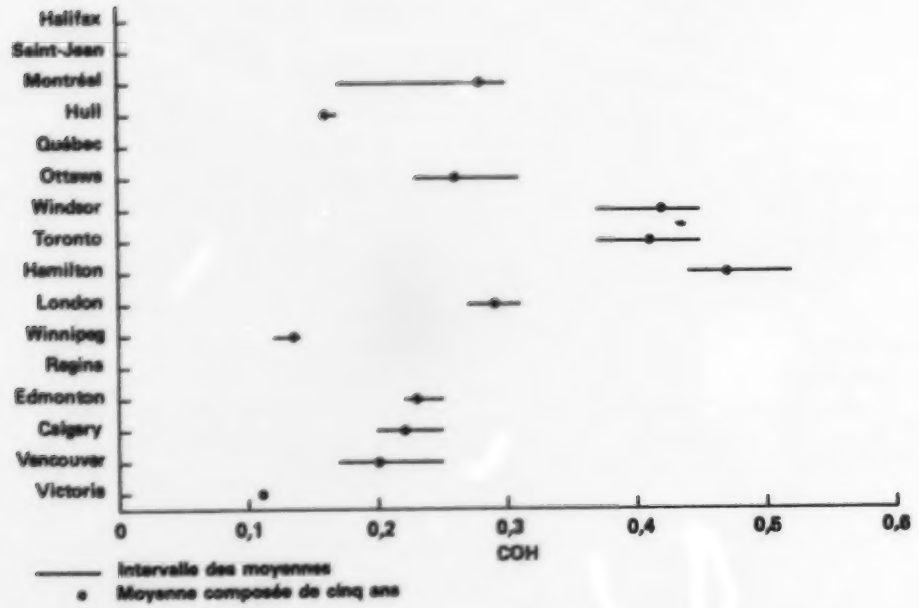


Figure 35 Indice d'opacité - Indices annuels moyens dans certaines villes, 1983-1987

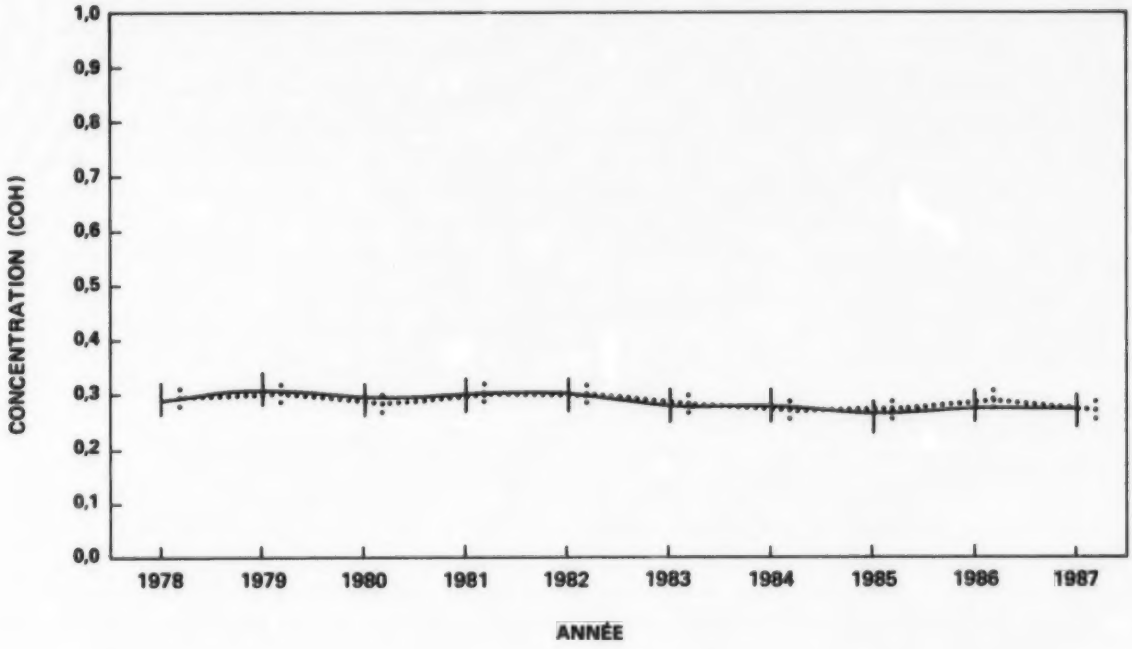


Figure 36 **Indice d'opacité - Évolution des moyennes annuelles aux limites de confiance de 95 % pour l'ensemble des stations (—) et celles de la catégorie I (...), 1978-1987**

Références

1. Nicholl, C.S. et P.J. Choquette. *Ambient Air Quality 1970-74, A Statistical Analysis.* Environnement Canada, rapport EPS 5-AP-76-14, février 1977.

2. Souchen, P. *Évolution de la qualité de l'air au Canada, de 1970 à 1977.* Environnement Canada, rapport SPE 5-AP-78-27, avril 1979.

3. Environnement Canada. *Évolution de la qualité de l'air au Canada, en régions urbaines (1970 à 1979).* Rapport SPE 5-AP-81-14, 1981.

4. Furmanczyk, T. *Évolution de la qualité de l'air au Canada en régions urbaines, de 1974 à 1981.* Environnement Canada, rapport SPE 7/AP/14, décembre 1984.

5. Furmanczyk, T. *Évolution de la qualité de l'air au Canada en milieu urbain, 1974 à 1983.* Environnement Canada, rapport SPE 7/UP/1, octobre 1986.

6. Furmanczyk, T. *Évolution de la qualité de l'air au Canada en milieu urbain, 1974 à 1985.* Environnement Canada, rapport SPE 7/UP/2, mai 1987.

7. Environnement Canada. *Surveillance nationale de la polution atmosphérique, Extraits annuels* (de 1974 à 1985).

8. *Criteria for National Air Quality Objectives.* Rapport du Sous-comité des objectifs de qualité de l'air, Comité fédéral-provincial de la pollution de l'air, novembre 1976.

9. Pollack, Allison K. *Analysis of Variance Applied to National Ozone Air Quality Trends.* San Rafael (Californie), Systems Applications Inc.

10. Kosteltz, A. et M. Deslauriers. *Inventaire canadien des émissions des principaux contaminants atmosphériques (1985).* Environnement Canada, rapport SPE 5/AP/3, mars 1990.

11. Environnement Canada. *Émissions de véhicules légers et la question des oxydants au Canada.* Rapport SPE 2/TS/3, mai 1984.

12. Office national de l'énergie. *L'énergie au Canada, offre et demande, 1983-2005 : rapport sommaire.* Septembre 1984.

13. États-Unis, Environmental Protection Agency. *Intra-Agency Task Force Report on Air Quality Indicators.* EPA-450/4-81-015, février 1981.

14. États-Unis, Environmental Protection Agency (1987). *National Air Quality and Emissions Trends Report.* EPA 450-/4-89-001, 1989.

15. Jaques, A.J. *Inventaire national des sources et des rejets de plomb (1982).* Environnement Canada, rapport SPE 5/HA/3, septembre 1985.

Bibliographie

«A Nationwide Inventory of Anthropogenic Sources and Emissions of Primary Fine Particulate Matter». Approvisionnements et Services Canada, contrat n° 055-80-00133.

Byrkit, Donald R. *Elements of Statistics*. 2e édition. D. Van Nostrand Co., 1972.

Dann, T. «Canadian Urban Monitoring Program for Ozone, Nitrogen Oxides and Volatile Organic Compounds». *Proceedings (Final Program), Seminar on the Contemporary Oxidant Problem.* Février 1989.

Environnement Canada. *Rapport sur l'observation du Règlement sur les normes nationales de dégagement des fonderies de plomb de seconde fusion - 1984.* Rapport SPE 1/MM/1, juin 1985.

Environnement Canada. *Teneurs de l'atmosphère en particules de plomb, au Canada : 1975 à 1983.* Rapport SPE 7/AP/15, septembre 1985.

Environnement Canada, *Émissions des principaux polluants atmosphériques au Canada et tendances (1970 à 1980).* Rapport SPE 7/AP/17, septembre 1986.

États-Unis, Environmental Protection Agency. *Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems.* EPA 600/9-76-005, décembre 1984.

Hilborn, J. et M. Still. *Draft Report on Air Pollution for the State of Environment Report Series.* Juin 1989.

Jaques, A.J. Mise à jour (1987) de l'*Inventaire national des sources et des rejets de plomb.* Données inédites.

Programme des Nations-Unies pour l'environnement/Organisation mondiale de la santé. *Assessment of Urban Air Quality Worldwide.* Rapport provisoire, septembre 1988.

Évolution de la qualité de l'air des villes au Canada, 1978-1987

Tableaux synoptiques

Tableau A **Anhydride sulfureux - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1978-1987**

	Nombre de stations			
Période	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1978-1979	14	7	38	59
1979-1980	15	16	35	66
1980-1981	11	5	25	41
1981-1982	15	9	19	43
1982-1983	19	5	25	49
1983-1984	13	5	25	43
1984-1985	14	3	28	45
1985-1986	9	6	24	39
1986-1987	7	3	29	39

* Comprend les écarts supérieurs à 1,0 ppb, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau B **Dioxyde d'azote - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1978-1987**

	Nombre de stations			
Période	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1978-1979	12	4	7	23
1979-1980	15	6	10	31
1980-1981	8	9	17	31
1981-1982	9	9	13	31
1982-1983	14	1	15	30
1983-1984	3	12	13	28
1984-1985	10	8	18	36
1985-1986	5	10	17	32
1986-1987	6	7	16	29

* Comprend les écarts de 1,0 ppb, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau C **Monoxyde de carbone - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1978-1987**

Période	Nombre de stations			
	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1978-1979	9	10	13	32
1979-1980	17	6	14	37
1980-1981	5	8	19	32
1981-1982	13	1	18	32
1982-1983	11	3	21	35
1983-1984	15	2	22	39
1984-1985	10	4	28	42
1985-1986	6	3	28	37
1986-1987	8	2	24	34

* Comprend les écarts de 1,0 ppb, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau D **Ozone - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1979-1987**

Période	Nombre de stations			
	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1979-1980	10	9	15	34
1980-1981	13	4	15	32
1981-1982	3	12	17	32
1982-1983	5	10	16	31
1983-1984	6	5	15	26
1984-1985	4	9	18	31
1985-1986	11	5	18	34
1986-1987	2	10	20	32

* Comprend les écarts supérieurs à 1,0 ppb, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau E **Particules en suspension - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1978-1987**

Période	Nombre de stations			
	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1978-1979	14	40	31	85
1979-1980	17	34	33	84
1980-1981	42	4	28	74
1981-1982	43	5	22	70
1982-1983	39	10	29	78
1983-1984	18	14	40	72
1984-1985	33	9	33	75
1985-1986	14	24	39	77
1986-1987	7	33	38	78

* Comprend les écarts supérieurs à 4 $\mu g/m^3$, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau F **Plomb - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1978-1987**

Période	Nombre de stations			
	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1978-1979	28	6	22	56
1979-1980	30	6	33	69
1980-1981	19	10	29	58
1981-1982	32	2	31	65
1982-1983	27	6	33	66
1983-1984	17	7	42	66
1984-1985	24	7	38	69
1985-1986	20	2	46	68
1986-1987	34	-	31	65

* Comprend les écarts supérieurs à 0,04 $\mu g/m^3$, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau G **Indice d'opacité - Nombre de stations où il y a eu variation de la teneur annuelle moyenne, 1978-1987**

Période	Nombre de stations			
	Baisse	Hausse	Aucune variation*	Total
1978-1979	18	20	15	53
1979-1980	21	12	9	42
1980-1981	4	16	17	37
1981-1982	14	12	11	37
1982-1983	15	6	7	28
1983-1984	11	10	8	29
1984-1985	12	5	7	24
1985-1986	3	12	9	24
1986-1987	8	8	7	23

* Comprend les écarts supérieurs à 0,01 COH, pour garantir que les variations ne sont pas dues à l'inexactitude des instruments ou à d'autres erreurs.

Tableau H **Anhydride sulfureux - Échantillonnage des moyennes annuelles les plus élevées par ville et par station pendant les onze dernières années**

Ville (station)	Moyennes annuelles (ppb)										
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Halifax											
30116C	9	11	14	19	15	10	11	11	10	10	11
Québec											
50303I	43	20	25	19	-	-	34	21	12	24	-
Shawinigan											
51201I	+	26	-	15	17	12	-	12	10	23	17
Trois-Rivières											
50801R	23	22	16	12	14	-	-	9	8	9	8
Arvida											
50901R	-	20	15	20	20	15	16	17	9	9	8
Montréal											
50104C	19	18	17	16	16	12	7	-	-	-	4
50115C	+	27	27	35	-	-	8	9	9	11	17
50103R	21	28	19	-	23	20	14	10	18	13	8
Ottawa											
60101C	13	15	13	11	10	11	5	9	9	-	-
Sudbury											
60606C	23	13	11	13	10	8	8	10	10	9	9
60602R	15	12	12	16	10	10	9	10	10	8	9
Sarnia											
61004R	+	17	17	13	14	12	10	9	11	8	7
Windsor											
60204C	22	18	13	11	12	9	8	7	7	8	8
Cornwall											
61204C	17	17	13	12	10	11	8	10	9	8	6
Hamilton											
60501C	23	16	17	13	10	14	14	15	9	8	9

- Données insuffisantes pour le calcul d'une moyenne valide.

+ Aucune mesure prise.

Tableau I **Stations de surveillance* ayant enregistré les teneurs en plomb les plus élevées en 1983 et 1987**

Station	Ville	Adresse	Moyenne géométrique annuelle ($\mu g/m^3$) (1983)	(1987)	Teneur maximale de 24 h ($\mu g/m^3$) (1983)	(1987)	Hauteur de l'échantillonneur (m)	Distance de la route la plus proche (m)	Débit de la route principale la plus proche (véhicules/jour)
50109	Montréal	Duncan/Décarie	0,72	0,21	1,8	0,8	4	20	100 000
50601	Rouyn	Hôtel de ville	0,41	0,08	7,7	3,2	8		
60403	Toronto	Evans/Arnold	0,46	0,18	1,7	0,6	2	120	150 000
60417	Toronto	Breadalbane	0,28	0,11	0,8	0,3	25	100	50 000
60501	Hamilton	Barton/Sanford	0,40	0,16	2,5	1,2	4	18	18 650
61501	Kitchener	Edna/Frederick	0,52	0,20	2,2	1,2	4,5		
90204	Calgary	316, 7e Avenue	0,43	0,19	2,2	0,7	0,7	25	16 150
00104	Vancouver	27e/Ontario	0,50	0,33	1,8	1,1	18	200	10 800
00109	Vancouver	970, rue Burrard	0,56	0,24	1,9	1,1	4	20	21 200
00114	Vancouver	Mun. Hall (Richmond)	0,46	0,17	2,1	0,8	15	100	29 000
00117	Vancouver	BCIT Burnaby	0,51	0,24	2,2	1,4	18	200	35 000
00303	Victoria	1250, rue Quadra	0,45	0,26	2,3	1,1	12	18	12 000

* Seules sont incluses les stations du RNSPA dont les données sont complètes.

Tableau J Qualité de l'air des villes au Canada, 1974-1987 - Résumé des données

Polluant	Année	Nombre de stations	Moyenne des moyennes annuelles	Valeurs auxquelles sont inférieures les moyennes annuelles enregistrées à certains pourcentages des stations : 90 %	75 %	50 %	25 %	10 %
SO_2 (ppb)	1974	27	13	27	22	12	2	0
	1978	71	10	20	13	9	4	1
	1979	69	10	16	12	8	5	0
	1980	65	9	16	13	9	4	1
	1981	51	8	14	11	5	4	1
	1982	59	8	12	10	7	4	2
	1983	59	6	11	8	5	3	1
	1984	55	7	11	9	6	4	1
	1985	56	6	10	9	6	2	1
	1986	52	6	9	7	5	3	1
	1987	58	5	9	7	4	2	1
NO_2 (ppb)	1978	33	29	40	35	29	20	18
	1979	34	26	34	31	27	19	12
	1980	38	25	37	31	23	19	11
	1981	36	23	32	29	22	16	11
	1982	38	23	34	27	22	18	10
	1983	33	22	29	26	23	18	12
	1984	38	24	34	27	23	18	15
	1985	41	22	29	26	22	17	12
	1986	36	22	32	27	22	17	12
	1987	32	21	31	25	22	17	15
CO (ppm)	1974	18	2,4	5,0	3,0	2,2	1,2	0,7
	1978	40	1,5	2,8	2,0	1,3	0,8	0,5
	1979	42	1,7	3,2	2,0	1,5	1,0	0,8
	1980	43	1,5	2,8	1,8	1,4	0,9	0,6
	1981	36	1,5	2,3	1,6	1,4	0,9	0,5
	1982	41	1,3	2,2	1,9	1,2	0,9	0,5
	1983	43	1,2	2,1	1,4	1,0	0,7	0,5
	1984	49	1,1	1,8	1,3	0,9	0,5	0,5
	1985	45	1,0	1,8	1,3	0,9	0,5	0,5
	1986	39	1,0	1,7	1,3	0,8	0,5	0,3
	1987	42	1,0	1,6	1,2	0,8	0,5	0,3

Polluant	Année	Nombre de stations	Moyenne des moyennes annuelles	Valeurs auxquelles sont inférieures les moyennes annuelles enregistrées à certains pourcentages des stations : 90 %	75 %	50 %	25 %	10 %
Ozone	1979	39	15	20	18	15	12	10
(ppb)	1980	41	16	21	20	16	12	9
	1981	35	15	20	18	15	12	10
	1982	40	16	21	19	16	13	10
	1983	36	16	21	14	10	7	5
	1984	36	16	20	19	17	12	10
	1985	42	17	23	19	16	13	11
	1986	39	16	23	20	17	13	10
	1987	42	16	23	20	16	13	9
PS	1974	59	78,6	121,0	96,0	70,0	53,0	43,0
($\mu g/m^3$)	1978	91	61,4	92,0	68,0	53,0	44,0	36,0
	1979	96	66,0	99,0	78,0	60,0	50,0	38,0
	1980	101	67,0	99,0	77,0	64,0	50,0	40,0
	1981	87	58,6	80,0	66,0	56,0	42,0	37,0
	1982	93	51,8	77,0	58,0	49,0	39,0	33,0
	1983	88	47,6	68,0	53,0	43,0	36,0	30,0
	1984	86	46,5	66,0	56,0	42,0	33,0	28,0
	1985	90	42,9	59,0	50,0	42,0	35,0	27,0
	1986	88	43,0	67,0	50,0	40,0	32,0	26,0
	1987	84	48,0	68,0	55,0	43,0	37,0	32,0
Plomb	1974	58	0,68	1,22	0,97	0,53	0,26	0,15
($\mu g/m^3$)	1978	74	0,42	0,75	0,57	0,36	0,23	0,14
	1979	79	0,39	0,72	0,55	0,36	0,21	0,12
	1980	84	0,34	0,60	0,47	0,30	0,17	0,10
	1981	75	0,32	0,62	0,41	0,24	0,17	0,11
	1982	80	0,27	0,53	0,37	0,23	0,14	0,09
	1983	81	0,25	0,45	0,35	0,24	0,14	0,08
	1984	82	0,23	0,44	0,35	0,19	0,11	0,05
	1985	84	0,18	0,39	0,25	0,15	0,10	0,05
	1986	80	0,15	0,34	0,23	0,12	0,06	0,03
	1987	79	0,10	0,21	0,14	0,08	0,05	0,02

Polluant	Année	Nombre de stations	Moyenne des moyennes annuelles	Valeurs auxquelles sont inférieures les moyennes annuelles enregistrées à certains pourcentages des stations : 90 %	75 %	50 %	25 %	10 %
Indice	1974	35	0,38	0,67	0,46	0,34	0,20	0,14
d'opacité	1978	63	0,25	0,44	0,32	0,22	0,17	0,11
(COH)	1979	67	0,28	0,45	0,39	0,26	0,18	0,15
	1980	51	0,28	0,43	0,34	0,28	0,18	0,13
	1981	45	0,30	0,54	0,35	0,29	0,18	0,12
	1982	44	0,30	0,46	0,41	0,26	0,20	0,13
	1983	35	0,28	0,47	0,33	0,27	0,18	0,12
	1984	36	0,27	0,47	0,36	0,23	0,17	0,12
	1985	33	0,28	0,41	0,36	0,30	0,17	0,10
	1986	31	0,25	0,45	0,37	0,27	0,18	0,10
	1987	31	0,28	0,44	0,36	0,25	0,18	0,11